

WO 2006/080285 A1



ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

露光装置及び露光方法並びにマイクロデバイスの製造方法

技術分野

- [0001] 本発明は、投影光学系を介して投影されるパターンの像を感光基板等の物体上に露光転写する露光装置及び露光方法並びに該露光装置を用いたマイクロデバイスの製造方法に関する。

背景技術

- [0002] 液晶表示デバイス等のフラットパネル表示素子はマスク上に形成されたパターンを感光性の基板上に転写する、いわゆるフォトリソグラフィの手法により製造される。このフォトリソグラフィ工程で使用する露光装置は、マスクを支持するマスクステージと、基板を支持する基板ステージとを有し、マスクステージ及び基板ステージを逐次移動しながら、マスクのパターンを投影光学系を介して基板に転写するものである。このうち、液晶表示デバイスを製造する際には、基板として大型のガラス基板(プレート)が用いられ、表示領域の大型化の要求からマスクステージと基板ステージとを同期走査しつつマスクのパターンを連続的に基板上に転写する走査型露光装置であって、投影光学系として複数並んだ投影光学ユニットを有する走査型露光装置、所謂マルチレンズスキャン型露光装置が主に用いられている(例えば、日本国特開平7-57986号公報参照)。
- [0003] 複数の投影光学ユニットは、オートフォーカス検出系を挟んで走査方向両側のそれぞれに配置されている構成である。そして、走査方向前方側に配置された投影光学ユニットと、後方側に配置された投影光学ユニットとは異なる支持体を介してコラム(露光装置のボディ)に支持されていたが、マスクステージや基板ステージが移動した際に、僅かではあるがコラムに歪み変形が生じる場合があり、投影光学ユニットの光学特性(結像特性)が変化して高精度の露光処理を行うことができなくなるという問題が生じていた。特に、複数の投影光学ユニットのそれぞれを互いに異なる支持体で支持する構成では、複数の投影光学ユニットの互いの相対位置が変化して高精度の露光処理を行うことができなくなる。また、液晶表示デバイスを製造するための走査型

露光装置の投影光学系は正立等倍系が一般であり、走査露光の際に、マスクステージと基板ステージとは同じ方向に移動するため、コラムに対する偏荷重が大きくなり、上記問題が顕著に現れる。更に、基板の大型化の要求に伴って装置全体(コラム全体)も大型化し、コラムの十分な剛性が得られず、上記問題が更に顕著になった。そこで、走査方向前方側に配置された投影光学ユニットと後方側に配置された投影光学ユニットとを1つの定盤(支持体)を介してコラムに支持する露光装置が提案されている(日本国特開2004-177468号公報参照)。

[0004] 上述の日本国特開2004-177468号公報に開示されている露光装置においては、走査方向前方側に配置された投影光学ユニットと、後方側に配置された投影光学ユニットとが載置された定盤を、支持部が有する球状部材を介してコラムに支持している。ここで、定盤には、投影像を基板上に形成するための開口部が設けられており、かつ支持部が有する球状部材に作用する摩擦力と、投影光学ユニット自体の重さにより、定盤にねじれ成分が発生し、走査方向前方側に配置された投影光学ユニットと、後方側に配置された投影光学ユニットとの間において投影位置にずれ(走査方向におけるずれ、走査方向と交差する方向におけるずれ、及び投影光学系の光軸方向を軸とする回転方向におけるずれ)が発生するおそれがあった。

[0005] ところで、プレートは液晶表示素子の大型化に伴い大型化しており、現在では1m角以上のプレート(ガラス基板)も用いられており、同時にマスクも大型化している。露光装置に要求されるデバイスのパターンルールが一定であれば、大型のマスクにも小型のマスクと同様の平面度が要求される。このため、大型のマスクのたわみやうねりを小型のマスクのたわみやうねりと同程度に抑えるために、大型のマスクの厚さを小型のマスクよりも大幅に厚くする必要がある。また、一般にTFT(Thin Film Transistor)型の液晶ディスプレイ(パネル)の製造で使用されているマスクは、コスト高の石英ガラスであるため、大型化すれば製造コストが増大する。更に、マスクの平面度を維持するためのコスト、マスクパターンの検査時間の拡大等によるコスト等が増大している。

[0006] そこで、マスクの代わりに、DMD(Digital Micro-mirror DeviceまたはDeformable Micro-mirror Device)等を用いて、パターンを基板上に露光転写するマスクレス露光装

置が提案されている。このマスクレス露光装置においては、従来のマスクを用いた投影露光装置と同様に、走査方向前方側に配置された投影光学ユニットと後方側に配置された投影光学ユニットとが載置された定盤はコラムで支持されているため、上述した通常のマスクを用いる投影露光装置と同様の問題を生じていた。

発明の開示

- [0007] よって本発明の目的は、複数の光学ユニット間において発生する光学性能の変化（例えば、投影位置のずれなど）を補正することができる露光装置及び露光方法並びに該露光装置を用いたマイクロデバイスの製造方法を提供することである。
- [0008] 本発明の第1の観点によると、複数の光学ユニットを有する光学系を介して投影されるパターンの像を物体上に露光転写する露光装置であって、前記複数の光学ユニットの変動を補償するように、該複数の光学ユニットによって前記物体上に投影される複数の像のうち、少なくとも1つの像の位置を補正する補正装置を備える露光装置が提供される。
- [0009] 本発明の第2の観点によると、複数の光学ユニットを有する光学系を介して投影されるパターンの像を物体上に露光転写する露光方法であって、前記複数の光学ユニットの変動を補償するように、該複数の光学ユニットによって前記物体上に投影される複数の像のうち、少なくとも1つの像の位置を補正しつつ、露光を行うようにした露光方法が提供される。
- [0010] 本発明の第1の観点に係る露光装置又は第2の観点に係る露光方法では、複数の光学ユニットの変動を補償するように、複数の光学ユニットにより形成される複数の像のうち少なくとも1つの像の位置を補正することができるため、隣り合う光学ユニットにより形成される像の位置ずれを補正することができる。従って、複数の光学ユニットを支持する部材の変形等により像の位置ずれが生じた場合においても、隣り合う光学ユニットの継ぎ部を正確に一致させることができ、物体上に所定のパターンを精度良く転写することができる。
- [0011] 本発明の第3の観点によると、本発明の第1の観点に係る露光装置を用いて前記パターンの像を感光基板等の物体上に露光転写する露光工程と、前記露光工程により露光転写された前記物体上のパターンを現像する現像工程とを含むマイクロデ

バイスの製造方法が提供される。

- [0012] 本発明の第3の観点に係るマイクロデバイスの製造方法では、本発明の第1の観点に係る露光装置を用いて露光処理を行うため、物体上に所定のパターンを精度良く転写することができ、高性能、高品質、高信頼なマイクロデバイスを得ることができる。
- [0013] なお、本発明は、マスクに形成されたパターンを、複数の光学ユニットを有する光学系を介して物体に露光転写する露光装置は勿論のこと、任意のパターンを生成する可変成形マスク(例えば、前述のDMDなどを含む非発光型画像表示素子(空間光変調器)など)により生成されたパターンを、複数の光学ユニットを有する光学系を介して物体に露光転写する露光装置等にも適用することができる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]本発明の第1実施形態に係る走査型露光装置の概略構成を示す斜視図である。
- [図2]本発明の第1実施形態の露光光学系の構成を示す図である。
- [図3]本発明の第1実施形態のDMDの構成を示す図である。
- [図4]本発明の第1実施形態のDMDから点像視野絞りまでの構成を示す図である。
- [図5]本発明の第1実施形態のマイクロレンズアレイ及び点像視野絞りの一部の構成を示す図である。
- [図6]本発明の第1実施形態の投影光学モジュールの構成を示す図である。
- [図7]本発明の第1実施形態のプレート上における各投影光学モジュールによる投影領域を示す平面図である。
- [図8]本発明の第1実施形態の走査型露光装置の概略構成を示す図である。
- [図9]本発明の第1実施形態の走査型露光装置の概略構成を示す図である。
- [図10]本発明の第1実施形態の支持部の構成を示す図である。
- [図11]本発明の第1実施形態の露光光学系と定盤の上面図である。
- [図12]本発明の第1実施形態のセンサの構成を示す上面図である。
- [図13]本発明の第1実施形態のセンサの構成を示す正面図である。
- [図14]本発明の第1実施形態のセンサの構成を示す側面図である。
- [図15]本発明の第1実施形態の走査型露光装置のシステム構成を示すブロック図で

ある。

[図16]本発明の第1実施形態の点像視野絞りの各開口部を通過した光ビームがプレート上に到達する位置を説明するための図である。

[図17]本発明の第1実施形態の点像視野絞りの各開口部を通過した光ビームがプレート上に到達する位置を説明するための図である。

[図18]本発明の第1実施形態のくさびプリズムの構成を示す図である。

[図19]本発明の第1実施形態のくさびプリズムがX軸方向を軸として回転したときの状態を説明するための図である。

[図20]本発明の第1実施形態のくさびプリズムがX軸方向を軸として回転したときの状態を説明するための図である。

[図21]本発明の第1実施形態のくさびプリズムがX軸方向を軸として回転したときの状態を説明するための図である。

[図22]本発明の第1実施形態のくさびプリズムがX軸方向を軸として回転したときの状態を説明するための図である。

[図23]本発明の第1実施形態のくさびプリズムがX軸方向を軸として回転したときの投影領域について説明するための図である。

[図24]本発明の第1実施形態の定盤の変形例を示す図である。

[図25]本発明の第1実施形態の定盤が変形したときの露光光学系の状態を示す図である。

[図26]本発明の第1実施形態の定盤の変形例を示す図である。

[図27]本発明の第1実施形態の他の投影光学モジュールの構成を示す図である。

[図28]本発明の第1実施形態の他の投影光学モジュールの構成を示す図である。

[図29]本発明の第1実施形態の他の露光光学系の構成を示す図である。

[図30a]本発明の第1実施形態の他の露光光学系の構成を示す図である。

[図30b]本発明の第1実施形態の他の露光光学系の構成を示す図である。

[図31]本発明の第2実施形態に係る露光装置の概略構成図である。

[図32]本発明の第2実施形態に係る露光装置の概略斜視図である。

[図33]本発明の第2実施形態の投影光学モジュールを支持している定盤の斜視図

である。

[図34]本発明の第2実施形態の投影光学モジュールを支持している定盤の平面図である。

[図35a]本発明の第2実施形態の支持部を示す拡大図である。

[図35b]本発明の第2実施形態の支持部を示す拡大図である。

[図36]本発明の第2実施形態のセンサの配置状態を示す図である。

[図37a]本発明の第2実施形態のセンサが相対的な距離を測定する第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットにおける位置を説明するための図である。

[図37b]本発明の第2実施形態のセンサが相対的な距離を測定する第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットにおける位置を説明するための図である。

[図37c]本発明の第2実施形態のセンサが相対的な距離を測定する第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットにおける位置を説明するための図である。

[図38a]本発明の第2実施形態の定盤の変形例を示す図である。

[図38b]本発明の第2実施形態の定盤の変形例を示す図である。

[図39]本発明の第2実施形態の投影光学モジュールの構成図である。

[図40]本発明の第2実施形態のマスクホルダの位置を計測するレーザ干渉システムの構成図である。

[図41]本発明の第2実施形態の基板ホルダの位置を計測するレーザ干渉システムの構成図である。

[図42]本発明の第2実施形態の他のセンサの配置状態を示す図である。

[図43]本発明の実施形態に係るマイクロデバイスとしての半導体デバイスの製造方法を説明するフローチャートである。

[図44]本発明の実施形態に係るマイクロデバイスとしての液晶表示素子の製造方法を説明するためのフローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

[0015] [第1実施形態]

以下、図面を参照して、本発明の第1実施形態について説明する。図1は、本発明の第1実施形態に係る走査型露光装置の概略構成を示す斜視図である。この実施

形態においては、複数(本例では13個)の露光光学系L1~L13に対して、感光性材料(レジスト)が塗布された感光基板としてのプレートPを相対的に移動させつつ、液晶表示素子等のパターンをプレートP上に転写するステップアンドスキャン方式の走査型投影露光装置を例に挙げて説明する。

- [0016] また、以下の説明においては、図1中に示した直交座標系を設定し、このXYZ直交座標系を参照しつつ各部材の位置関係について説明する。XYZ直交座標系は、X軸及びY軸がプレートPに対して平行となるように設定され、Z軸がプレートPに対して直交する方向に設定されている。図中のXYZ座標系は、実際にはXY平面が水平面に平行に設定され、Z軸が鉛直方向に設定される。また、この実施形態では、プレートPを移動させる方向(走査方向)をX方向に設定している。
- [0017] この走査型露光装置は、外径が500mmよりも大きいプレートPを支持するプレートステージ(基板ステージ)PSTと、プレートP上に任意のパターンを露光するための複数の露光光学系L1~L13と、露光光学系L1~L13を定盤9(図8参照)を介して支持するコラム1と、露光処理に関する動作を統括制御する制御装置CONT1(図15参照)とを備えている。複数の露光光学系L1~L13は、それぞれ筐体に収容されており、コラム1に搭載されている。露光光学系L1, L3, L5, L7, L9, L11, L13は、走査方向の後方側(-X方向側)であって、Y方向(非走査方向)に並んで配置されている。露光光学系L2, L4, L6, L8, L10, L12は、走査方向の前方側(+X方向側)であって、Y方向に並んで配置されている。
- [0018] 図示しないLD光源部から射出した光ビームは、ファイバに入射する。この実施形態においては、各露光光学系L1~L13に対応して複数のLD光源部及びファイバが設けられている。なお、1つのLD光源部及び1つのファイバを設け、ファイバが各露光光学系L1~L13に対応した複数のファイバ射出端を有するようにしてもよい。
- [0019] 図2は、露光光学系(第1露光ユニット)L1の概略構成を示す図である。図示しないLD光源部から射出され、ファイバ2に入射した光ビームは、ファイバ2の射出端から射出する。ファイバ2の射出端から射出した光ビームは、コリメート光学系4及びミラー6を介して、露光光学系L1を構成するDMD(Digital Micro-mirror DeviceまたはDeformable Micro-mirror Device)8を均一に照明する。なお、DMD8を露光光学系L1

とは別に設けるようにしてもよい。

- [0020] 図3は、DMD(補正装置)8の構成を示す図である。DMD8は、図3に示すように、微小領域に区分されたデバイスとしての多数のマイクロミラー(反射部材)8aを有している。各マイクロミラー8aはその角度をそれぞれ独立に変更可能に構成されており、DMD8は各マイクロミラー8aの角度を変化させることにより光ビームを所定の画像データに応じて変調する可変成形マスク(第1の可変成形マスク)として機能する。即ち、プレートPの走査に同期して、反射光が後述するリレー光学系10に導かれるように一部のマイクロミラー8aの角度を変化させ、反射光がリレー光学系10とは異なる方向に進行するように他部のマイクロミラー8aの角度を変化させることにより、対応する露光領域に投影される任意のパターンを順次生成する。
- [0021] DMD8(一部のマイクロミラー8a)により反射された光ビームは、リレー光学系10に入射する。図4は、リレー光学系10の構成を示す図である。リレー光学系10は、リレーレンズ群12a、絞り14、リレーレンズ群12b及びリレーレンズ群12cを備えている。光ビームは、リレーレンズ群12a、絞り14、リレーレンズ群12b及びリレーレンズ群12cを介することにより拡大されて、マイクロレンズアレイ16に入射する。
- [0022] 図5は、マイクロレンズアレイ16及び後述する点像視野絞り18の一部の構成を示す図である。マイクロレンズアレイ16は、図5に示すように、DMD8を構成するマイクロミラー8aのそれぞれに対応する多数の要素レンズ16aを有しており、プレートPと光学的に共役な位置またはその近傍に配置されている。また、マイクロレンズアレイ16は、XY平面に平行な方向及びZ方向に移動可能、かつXY平面に対して傾斜可能に構成されている。
- [0023] マイクロレンズアレイ16の各要素レンズ16aを通過した光ビームは、点像視野絞り18を通過する。点像視野絞り18は、図5に示すように、マイクロレンズアレイ16を構成する要素レンズ16aのそれぞれに対応して設けられた多数の開口部18aを有している。点像視野絞り18の各開口部18aを通過することにより、露光光学系L1内で発生するゴースト、及びDMD8のオンオフ時に発生する像流れによる露光への悪影響を防止することができる。また、点像視野絞り18は多数の開口部18aの大きさを変更可能に構成されており、開口部18aの大きさを変更することにより露光光学系L1の解像

度を調整することができる。

- [0024] なお、点像視野絞り18は、多数の開口部18aの代わりに、マイクロレンズアレイ16の要素レンズ16aのそれぞれに対応して設けられた多数の光透過部を有するようにしてもよい。また、他の露光光学系(第2～第13の露光ユニット)L2～L13もそれぞれ、DMD(可変成形マスク)、リレー光学系、マイクロレンズアレイ及び点像視野絞りを備えており、これらDMD、リレー光学系、マイクロレンズアレイ及び点像視野絞りは、DMD8、リレー光学系10、マイクロレンズアレイ16、点像視野絞り18と同様の構成を有している。
- [0025] 点像視野絞り18の各開口部18aを通過した光ビームは、図2に示すように、投影光学モジュールPL1に入射する。図6は、露光光学系L1を構成する投影光学モジュールPL1及び露光光学系L2を構成する投影光学モジュールPL2の構成を示す図である。図6に示すように、投影光学モジュールPL1に入射した光ビームは、投影光学モジュールPL1を構成するフォーカス調整機構(補正光学系)20に入射する。フォーカス調整機構20は、第1光学部材20aと第2光学部材20bを備えている。第1光学部材20a及び第2光学部材20bは、光ビームを透過可能な、くさび状のガラス板であり、一対のくさび型光学部材を構成している。また、第1光学部材20a及び第2光学部材20bは、相対的に移動可能に構成されている。第2光学部材20bに対して第1光学部材20aをX方向にスライド(移動)させることにより、投影光学モジュールPL1の像面位置がZ方向に移動する。
- [0026] フォーカス調整機構20を通過した光ビームは、シフト調整機構(補正光学系)22に入射する。シフト調整機構22は、Y軸回りに回転可能に構成されている平行平面ガラス板22aと、X軸回りに回転可能に構成されている平行平面ガラス板22bを備えている。平行平面ガラス板22aがY軸回りに回転することにより、プレートP上におけるパターンの像はX軸方向にシフトする。平行平面ガラス板22bがX軸回りに回転することにより、プレートP上におけるパターンの像はY軸方向にシフトする。
- [0027] シフト調整機構22を通過した光ビームは、回転調整機構としての直角プリズム(補正光学系)24に入射する。直角プリズム24は、Z軸回りに回転可能に構成されている。直角プリズム24がZ軸回りに回転することにより、プレートP上におけるパターンの

像はZ軸回りに回転する。直角プリズム24により反射された光ビームは、レンズ群26を介してミラー28により反射される。ミラー28により反射された光ビームは、再びレンズ群26及び直角プリズム24を介して、倍率調整機構(補正光学系)30に入射する。

[0028] 倍率調整機構30は、3つのレンズ30a、30b、30cを備えている。3つのレンズ30a～30cは、例えば凹レンズ30a、凸レンズ30b、凹レンズ30cから構成されており、凸レンズ30bをZ方向に移動させることにより、プレートP上に形成されるパターン像の倍率の調整を行なうことができる。倍率調整機構30を通過した光ビームは、外径の一辺が500mmよりも大きい、つまり一辺もしくは対角線が500mmよりも大きい液晶表示素子等のフラットパネルディスプレイ用のプレート(大型の矩形基板)P上の所定の露光領域に所定のパターン像を形成する。なお、他の露光光学系L2～L13を構成する投影光学モジュール(以下、投影光学モジュールPL2～PL13という)は、投影光学モジュールPL1と同一の構成を有する。

[0029] 図7は、プレートP上における投影光学モジュールPL1～PL13のそれぞれによる投影領域(前述の露光領域に対応)48a～48mを示す平面図である。各投影領域48a～48mは、投影光学モジュールPL1～PL13の視野領域に対応して所定の形状(六角形、菱形、平行四辺形、あるいは円弧状等)に設定されており、この実施形態においては台形形状を有している。投影領域48a、48c、48e、48g、48i、48k、48mと、投影領域48b、48d、48f、48h、48j、48lとは、X方向に所定間隔だけ離れて配置されている。さらに、投影領域48a～48mのそれぞれは隣り合う投影領域の端部(境界部)どうしがY方向に重ね合わせるように並列配置されている。即ち、露光光学系L1～L13によってプレートP上に隣接して形成される像のそれぞれが互いに像の一部を重複して形成される。

[0030] 図1に示すように、プレートPを載置するプレートステージPSTは、防振台32a、32b及び防振台32c、32d(図8及び図9参照)に支持されているベース34上に設けられている。防振台32a～32dは、外部からの振動を露光装置に伝えないようにし、通常3つ以上(この実施形態においては4つ)設置される。プレートステージPSTは、リニアモータ36により走査方向(X方向)に移動可能に構成されており、ガイド37に対してエアギャップで浮上させる、所謂エアステージの構成を有している。また、プレート

ステージPSTは、非走査方向(Y方向)に微量移動可能に構成されている図示しない微動ステージを有している。

[0031] また、コラム1には、後に詳述するレーザ干渉計が設けられ、露光光学系L1～L13のそれぞれを収容する筐体の所定位置には参照鏡(図示せず)が設けられ、プレートステージPSTにはX移動鏡40a、40b及びY移動鏡42が設けられている。図8及び図9は、この実施形態にかかる走査型露光装置の概略構成を示す図である。図8及び図9に示すように、露光光学系L1～L13を支持する定盤9は、コラム1上に支持部19を介してキネマティックに支持されている。支持部19は、定盤9の3箇所(図10参照)の所定位置にそれぞれ設けられている。なお、コラム1は、ベース34を支持する防振台32a～32dと同じ設置面(床またはベースプレートなど)に設けてもよいが、コラム1(及び定盤9)を介した露光光学系L1～L13への振動の伝達が抑制されるボディ構造とする、例えばコラム1をベース34に設ける、あるいは防振台32a～32dとは別の防振台を介してその設置面上にコラム1を設けることが好ましい。

[0032] 図1に示すように、複数の露光光学系L1～L13のうち露光光学系L1、L3、L5、L7、L9、L11、L13は、Y方向(走査方向と交差する方向)に並んでおり、X方向(走査方向)の後方側に配置されている(以下、第1露光ユニット群という。)。第1露光ユニット群は、筐体U1(図11参照)内に収容されている。また、露光光学系L2、L4、L6、L8、L10、L12は、Y方向に並んでおり、X方向の前方側に配置されている(以下、第2露光ユニット群という。)。第2露光ユニット群は、筐体U2(図11参照)内に収容されている。また、第1露光ユニット群と第2露光ユニット群とはX方向において対向するように配置されており、第1露光ユニット群を構成する各露光光学系L1、L3、L5、L7、L9、L11、L13と、第2露光ユニット群を構成する各露光光学系L2、L4、L6、L8、L10、L12とは千鳥状に配置されている。すなわち、千鳥状に配置されている露光光学系L1～L13のそれぞれは、隣り合う光学系(例えば、露光光学系L1とL2、L3とL4など)をY方向に所定量変位させて配置されている。これにより、露光光学系L1～L13(投影光学モジュールPL1～PL13)はその投影領域48a～48mがプレートP上で入れ子状に配置される(図7参照)。

[0033] 図10は、支持部19の拡大図である。図10に示すように、支持部19は、コラム1の

上部に設けられ、球面状凹部80aを有する部材80と、球面状凹部80aに接する球面82Aを有する球状部材82とを備えている。部材80は、コラム1の上部に固定されている。また、定盤9の下面には球状部材82を配置可能なV状凹部84が形成されており、定盤9のV状凹部84の内面と球状部材82の球面82Aとが接している。球状部材82は部材80の球面状凹部80a内に載置された状態であって、球面状凹部80aの内面に対して球状部材82の表面82Aは摺動可能である。更に、定盤9はV状凹部84を介して球状部材82に載置された状態であって、V状凹部84の内面と球状部材82の表面82Aとは摺動可能となっている。これら面どうしが摺動可能であることにより、例えばコラム1が僅かに変形した際、これら面どうしが摺動することでコラム1の変形の定盤9への影響が抑制されている。

[0034] 図11は、筐体U1及び筐体U2に收容されている露光光学系L1～L13と定盤9の上面図である。図11に示すように、支持部19は定盤9の面方向(XY方向)における3箇所の所定の位置にそれぞれ設けられている。図11中に破線で示すように、3つの支持部19を結ぶ三角形の中心部と、定盤9の中心部とがほぼ同一となるように、支持部19のそれぞれが配置されている。従って、コラム1が変形しても中心部が大きく移動しない構成となっている。そして、これら支持部19により、所謂キネマティック支持構造が構成される。これにより、コラム1が変形しても、露光光学系L1～L13を收容する筐体U1、U2や定盤9は大きく移動せず、複数の露光光学系L1～L13の互いの相対位置の変化を小さく抑えることができる。

[0035] また、この走査型露光装置には、図8及び図9(図1においては図示せず)に示すように、露光光学系L12及びL13側(－Y方向側)であって、筐体U1及び筐体U2側面に、第1露光ユニット群と第2露光ユニット群との相対的な位置関係を計測するセンサ(計測装置)Cが設けられている。センサCは、キネマティック支持構造を構成する支持部19等により抑えることができない第1露光ユニット群と第2露光ユニット群との相対位置の変動量を測定する。即ち、第1露光ユニット群と第2露光ユニット群との相対的な並進量(X方向における相対的なずれ量)及び姿勢差(Y方向における相対的なずれ量)を測定する。センサCとしては、例えば静電容量センサ、変位センサ、干渉計等が用いられる。センサCは、図12に示すように、第1露光ユニット群と第2露光

ユニット群とのX方向(走査方向)における相対的な第1の距離X1を測定する。また、図13に示すように、第1露光ユニット群と第2露光ユニット群とのX方向における相対的な第2の距離X2を測定する。センサCにより測定された距離X1及びX2は、制御装置CONT1に対して出力される。

[0036] また、センサCは、図12及び図14に示すように、第1露光ユニット群と第2露光ユニット群とのY方向(走査方向と交差する方向)における相対的な第1の距離Y1を測定する。また、図14に示すように、第1露光ユニット群と第2露光ユニット群とのY方向における相対的な第2の距離Y2を測定する。センサCにより測定された距離Y1及びY2は、制御装置CONT1に対して出力される。

[0037] また、この走査型露光装置は、図1に示すように、プレートステージPSTの位置を計測するレーザ干渉計システムを備えている。プレートステージPSTの-X側の端縁にはY軸方向に延びるX移動鏡40a, 40bが設けられ、プレートステージPSTの-Y側の端縁にはX軸方向に延びるY移動鏡42が設けられている。X移動鏡42a, 42bに対向する位置には、Xレーザ干渉計38がベース34上に設けられている。

[0038] 露光光学系L1~L13の筐体にはそれぞれX参照鏡(図示せず)及びY参照鏡(図示せず)が取り付けられている。Xレーザ干渉計38は、X移動鏡40a, 40bそれぞれに測長ビームを照射するとともに、対応するX参照鏡それぞれに参照ビームを照射する。照射した測長ビーム及び参照ビームに基づくX移動鏡40a, 40b及びX参照鏡それぞれからの反射光はXレーザ干渉計38の受光部で受光される。Xレーザ干渉計38は、干渉光を検出し、検出結果を制御装置CONT1に対して出力する。制御装置CONT1は、Xレーザ干渉計38による検出結果に基づいて、参照ビームの光路長を基準とした測長ビームの光路長の変化量、ひいては、X参照鏡を基準としたX移動鏡40a, 40bの位置(座標)を計測する。制御装置CONT1は、その計測結果に基づいて、プレートステージPSTのX軸方向における位置を求める。

[0039] また、Yレーザ干渉計は、Y移動鏡42に測長ビームを照射するとともに、Y参照鏡それぞれに参照ビームを照射する。照射した測長ビーム及び参照ビームに基づくY移動鏡42及びY参照鏡それぞれからの反射光はYレーザ干渉計の受光部で受光される。Yレーザ干渉計は、干渉光を検出し、検出結果を制御装置CONT1に対して

出力する。制御装置CONT1は、参照ビームの光路長を基準とした測長ビームの光路長の変化量、ひいては、Y参照鏡を基準としたY移動鏡42の位置(座標)を計測する。制御装置CONT1は、その計測結果に基づいて、プレートステージPSTのY軸方向における位置を求める。

[0040] 制御装置CONT1は、定盤9の姿勢計測結果に基づいて、プレートステージPSTの姿勢を制御し、定盤9に支持されている露光光学系L1～L13とプレートステージPST(プレートP)との相対位置を調整する。

[0041] また、この走査型露光装置は、図1に示すように、露光光学系L1～L13の走査方向の後方側(－X方向側)に、プレートPに設けられているアライメントマークを検出する複数のアライメント系AL1～AL6、及びプレートPのZ方向における位置を検出するオートフォーカス系AF1～AF6を備えている。また、プレートステージPSTの－X方向の端部には、Y方向に複数並んだ計測用マーク(以下ではAISマークとも呼ぶ)を有する基準部材44が設けられている。また、基準部材44の下方には不図示の空間像計測センサ(AIS)が設けられており、空間像計測センサはプレートステージPSTに埋設されている。

[0042] 空間像計測センサは、各DMDの位置と、各DMDにより形成される転写パターンの像がプレートP上に投影される位置との関係を求めるために用いられる。即ち、DMDにより形成される基準マークとAISマークが一致するようにプレートステージPSTを移動し、基準マークの像とAISマークとを空間像計測センサで検出し、この検出結果に基づいてDMDの位置とDMDにより形成される転写パターンの像がプレートP上に投影される位置との関係を求める。なお、この場合にDMDにより形成される基準マークは、後述するパターン記憶部74(図15参照)に記憶されているものであり、プレートステージPSTの位置はXレーザ干渉計38及びYレーザ干渉計により検出される。

[0043] また、空間像計測センサは、アライメント系AL1～AL6の位置とプレートステージPSTの位置との関係(各アライメント系の計測中心のXY座標系上での位置)を求めるために用いられる。即ち、プレートステージPSTを移動し、アライメント系AL1～AL6の計測領域中心(具体的には各アライメント系に設けられている指標マーク)にAIS

マークを一致させ、このときのプレートステージPSTの位置をXレーザ干渉計38及びYレーザ干渉計で検出する。この検出結果に基づいて、アライメント系AL1～AL6の位置とプレートステージPST位置の関係を求める。

[0044] また、プレートステージPSTの近傍には、各露光光学系L1～L13を介した光ビームの強度、特に第1露光ユニット群及び第2露光ユニット群によりオーバーラップ露光が行なわれる領域における光ビームの強度を計測する少なくとも1つの強度センサ(ビーム強度計測系、図示せず)が設けられている。強度センサは、XY平面上を移動可能に構成されており、各露光光学系L1～L13から射出される光ビームを計測できる位置に移動し、各露光光学系L1～L13から射出される光ビームの強度を計測する。強度センサによる計測結果は、制御装置CONT1に対して出力される。なお、この強度センサは、プレートステージPSTに設けてもよいし、あるいはプレートステージPSTとは独立に可動な構成としてもよい。

[0045] 図15は、この実施形態にかかる走査型露光装置のシステム構成を示すブロック図である。図15に示すように、この走査型露光装置は、露光処理に関する動作を総括制御する制御装置CONT1を備えている。制御装置CONT1には、露光光学系L1のDMD8の各マイクロミラー8aを個別に駆動するDMD駆動部60が接続されている。DMD駆動部60は、制御装置CONT1からの制御信号に基づいてDMD8の各マイクロミラー8aの角度を変更する。同様に、制御装置CONT1には露光光学系L2～L13を構成するDMDの各マイクロミラーを個別に駆動するDMD駆動部(図示せず)が接続されており、DMD駆動部は制御装置CONT1からの制御信号に基づいてDMDの各マイクロミラーの角度を変更する。

[0046] また、制御装置CONT1には、露光光学系L1のマイクロレンズアレイ16を駆動するレンズアレイ駆動部62が接続されている。レンズアレイ駆動部62は、制御装置CONT1からの制御信号に基づいてマイクロレンズアレイ16をXY平面内もしくはZ方向に移動、またはXY平面に対して傾斜させる。同様に、制御装置CONT1には露光光学系L2～L13を構成するマイクロレンズアレイを駆動するレンズアレイ駆動部(図示せず)が接続されており、レンズアレイ駆動部は制御装置CONT1からの制御信号に基づいてマイクロレンズアレイをXY平面もしくはZ方向に移動、またはXY平面に対し

て傾斜させる。

[0047] また、制御装置CONT1には、投影光学モジュールPL1のフォーカス調整機構20を駆動するフォーカス調整機構駆動部64、シフト調整機構22を駆動するシフト調整機構駆動部66、直角プリズム24を駆動する直角プリズム駆動部68、及び倍率調整機構30を駆動する倍率調整機構駆動部70が接続されている。フォーカス調整機構駆動部64、シフト調整機構駆動部66、直角プリズム駆動部68、及び倍率調整機構駆動部70は、制御装置CONT1からの制御信号に基づいてフォーカス調整機構20、シフト調整機構22、直角プリズム24、及び倍率調整機構30を駆動させる。同様に、各投影光学モジュールPL2～PL13を構成するフォーカス調整機構を駆動するフォーカス調整機構駆動部(図示せず)、シフト調整機構を駆動するシフト調整機構駆動部(図示せず)、直角プリズムを駆動する直角プリズム駆動部(図示せず)、及び倍率調整機構を駆動する倍率調整機構駆動部(図示せず)が接続されている。フォーカス調整機構駆動部、シフト調整機構駆動部、直角プリズム駆動部、及び倍率調整機構駆動部は、制御装置CONT1からの制御信号に基づいてフォーカス調整機構、シフト調整機構、直角プリズム、及び倍率調整機構を駆動させる。

[0048] また、制御装置CONT1には、プレートステージPSTを走査方向であるX方向に沿って移動させ、かつY方向に微小移動させるプレートステージ駆動部72が接続されている。また、制御装置CONT1には、アライメント系AL1～AL6、オートフォーカス系AF1～AF6、空間像計測センサ、強度センサ、Xレーザ干渉計38及びYレーザ干渉計が接続されている。また、制御装置CONT1には、DMD8において形成する転写パターンや、アライメントや空間像計測に用いられる基準マークを記憶するパターン記憶部74が接続されている。また、制御装置CONT1には、露光データが記憶されている露光データ記憶部76が接続されている。

[0049] この実施形態にかかる走査型露光装置においては、DMD8のマイクロミラー8a、マイクロレンズアレイ16の各要素レンズ16a及び点像視野絞り18の各開口部18aは、XY平面内においてX方向及びY方向に平行な方向に二次元的に配列されている。点像視野絞り18の各開口部18aを通過した光ビームのそれぞれがX方向及びY方向に平行な位置に到達する状態で走査露光した場合、X方向に平行な線状のパタ

ーンを形成することができるが、Y方向に平行な線状のパターンを形成することができない。従って、Y方向に平行な線状のパターンも形成できるように、例えば点像視野絞り18をZ軸回りに所定角度 α 回転させて設置し、図16に示すように、回転させた点像視野絞り18の各開口部18aを通過した光ビームがプレートP上に到達するようにする。なお、点像視野絞り18の回転に伴い、マイクロレンズアレイ16もZ軸回りに所定角度 α 回転させて設置する。

[0050] 即ち、制御装置CONT1は、レンズアレイ駆動部62に対して制御信号を出力し、レンズアレイ駆動部62を介してマイクロレンズアレイ16を、Z軸を軸として回転駆動させる。また、制御装置CONT1は、マイクロレンズアレイ16と同様に、図示しない駆動部を介して点像視野絞り18を、Z軸を軸として回転駆動させる。また、制御装置CONT1は、DMD駆動部60に対して制御信号を出力し、マイクロレンズアレイ16の各要素レンズ16及び点像視野絞り18の各開口部18aに対応するように、DMD駆動部60を介してDMD8の各マイクロミラー8aの角度を調整する。マイクロレンズアレイ16及び点像視野絞り18が回転することにより、点像視野絞り18の各開口部18aを通過した光ビームがZ軸回りに所定角度 α 回転されてプレートP上に到達する。この状態で走査露光した場合、X方向及びY方向に平行な線状のパターンを形成することができる。

[0051] なお、直角プリズム駆動部68を介して直角プリズム24をZ軸回りに回転駆動させることにより、点像視野絞り18の各開口部18aを通過した光ビームがZ軸回りに所定角度回転されてプレートP上に到達するようにしてもよい。また、この実施形態においては、XY平面内においてX方向及びY方向に平行な方向に二次元的に配列された点像視野絞り18の開口部18aを備えているが、XY平面内においてX方向及びY方向に対して45度傾斜した方向に二次元的に配列された点像視野絞りの開口部を備えてもよい。この場合においても、点像視野絞りの各開口部を通過した光ビームが、例えば図17に示すように、Z軸回りに所定角度 α 回転させてプレートP上に到達するようにする。

[0052] なお、制御装置CONT1は、他の露光光学系L2～L13のそれぞれが備えるマイクロレンズアレイ及び点像視野絞りをZ軸回りに回転駆動させ、DMDの各マイクロミラ

一の角度を調整する、または、直角プリズムをZ軸回りに回転駆動させる。こうすることにより、点像視野絞りの各開口部を通過した光ビームが、点像視野絞り18の各開口部18aを通過した光ビームと同様に、Z軸回りに所定角度 α 回転させてプレートP上に到達するようにする。

[0053] また、点像視野絞り18の各開口部18aを通過した光ビームをZ軸回りに所定角度 α 回転させる代わりに、露光光学系L1により形成される投影領域48aの形状を変形させてもよい。即ち、投影領域48aの変形前においてX方向に平行な線状のパターンのみを形成することができ、Y方向に平行な線状のパターンを形成することができない場合においても、投影領域48aの変形後においてX方向及びY方向に平行な線状のパターンを形成することができる。次に、投影領域48aの変形方法について説明する。ここで、この実施形態においては露光光学系L1により形成される投影領域48aの形状は台形状であるが、説明を分かりやすくするために、投影領域48aが矩形形状であると仮定して説明する。

[0054] 図18は、投影領域48aの形状を変形するくさびプリズム(補正光学系)90、92の構成を示す図である。くさびプリズム90、92は、点像視野絞り18と投影光学モジュールPL1との間の光路中または投影光学モジュールPL1とプレートPとの間の光路中に配置される。図18に示すように、くさびプリズム90の入射面90a及び射出面90bは平面を有し、入射面90aと射出面90bとは所定の楔角(以下、第1楔角という。)を有している。くさびプリズム90は、入射面90aの平面と射出面90bの平面との交線の方がY方向となるように配置されている。また、くさびプリズム90は、X軸及びY軸回りに回転可能に構成されている。

[0055] くさびプリズム92の入射面92a及び射出面92bは平面を有し、入射面92aと射出面92bとは第1楔角と同一の楔角(以下、第2楔角という。)を有している。くさびプリズム92は、入射面92aの平面と射出面92bの平面との交線の方がY方向となるように配置されており、第1楔角と第2楔角とが略反対方向を向くように配置されている。また、くさびプリズム90は、X軸及びY軸回りに回転可能に構成されている。

[0056] くさびプリズム90、92の少なくとも1つをY軸回りに回転させることによりX方向における投影倍率を調整することができる。また、くさびプリズム90、92の少なくとも1つを

X軸回りに回転させることにより、投影光学モジュールPL1のX方向及びY方向における投影位置をシフトさせることができる。図19は、くさびプリズム90を、X軸方向を軸として反時計回りに微少量回転させたときの-Y方向側からみた場合のくさびプリズム90, 92の位置を示す図、図20は、+Y方向側からみた場合のくさびプリズム90, 92の位置を示す図である。図19に示すように、最も-Y方向側を通過する光ビームはX方向に t_1 シフトされ、図20に示すように最も+Y方向側を通過する光ビームはX方向に t_2 シフトされる。

[0057] また、くさびプリズム90を、X軸方向を軸として回転させることにより、露光光学系L1のX方向における投影位置もシフトされる。図21は、くさびプリズム90を、X軸方向を軸として反時計回りに微少量回転させたときの-X方向側からみた場合のくさびプリズム90, 92の位置を示す図、図22は、+X方向側からみた場合のくさびプリズム90, 92の位置を示す図である。図21に示すように、最も-X方向側を通過する露光光はY方向に s_1 シフトされ、図22に示すように、最も+X方向側を通過する露光光はY方向に s_2 シフトされる。

[0058] 即ち、くさびプリズム90を回転させない場合に露光光学系L1によりプレートP上に形成される投影領域48aの形状が図23中に破線で示すように矩形状(長方形)である場合、くさびプリズム90を、X軸方向を軸として反時計回りに微少量回転させた場合に露光光学系L1によりプレートP上に形成される投影領域48aは図23中に実線で示すように平行四辺形状となる。これにより、投影領域48aの形状を変形させることができ、投影領域48aの変形前においてはX方向に平行な線状のパターンのみを形成することができ、Y方向に平行な線状のパターンを形成することができない場合においても、投影領域48aの変形後においてはX方向及びY方向に平行な線状のパターンを形成することができる。なお、他の投影領域48b~48mについても、露光光学系L2~L13のそれぞれにくさびプリズム90, 92の構成と同一の構成を有するくさびプリズムを設けることにより、その形状を変形させることができる。

[0059] なお、3つのくさびプリズムを備えるようにしてもよく、この3つのくさびプリズムをX軸方向またはY軸方向を軸として回転駆動させることにより、像のフォーカス位置、回転、倍率を調整することができる。

- [0060] また、くさびプリズム90、92を用いて、X軸方向またはY軸方向を軸として回転駆動させることにより、点像視野絞り18の開口部18aに到達する光ビームの位置の微調整を行なうことができる。この際、くさびプリズム90、92は、DMD8とリレーレンズ群12aとの間の光路中またはリレーレンズ群12cとマイクロレンズアレイ16との間の光路中に配置する。
- [0061] この場合においては、DMD8の露光データを調整することにより点像視野絞り18に到達する光ビームの位置をデジタル的に調整するのと比較して、アナログ的に調整することができ、より微細なパターンを形成する場合に有効である。
- [0062] 次に、第1露光ユニット群と第2露光ユニット群との相対的な位置ずれを補正する方法について説明する。例えば、図24に示すように、定盤9が破線で示す形状から実線で示す形状に変形した場合、図25に示すように、第1露光ユニット群と第2露光ユニット群とが実線で示す位置から破線で示す位置となる。即ち、第1露光ユニット群と第2露光ユニット群とのX方向における相対的な位置ずれが生じ、第1露光ユニット群によりプレートP上に投影される像と、第2露光ユニット群によりプレートP上に投影される像とのX方向におけるずれが生じる。制御装置CONT1は、センサCにより測定された距離X1、X2に基づいて、第1露光ユニット群と第2露光ユニット群とのX方向における相対的な変位量を検出する。即ち、第1露光ユニット群と第2露光ユニット群との相対的な並進量(X方向における相対的なずれ量)を検出する。
- [0063] また、例えば、図26に示すように、定盤9が破線で示す形状から実線で示す形状に変形した場合、第1露光ユニット群と第2露光ユニット群とのY方向における相対的なずれが生じる。即ち、第1露光ユニット群によりプレートP上に投影される像と、第2露光ユニット群によりプレートP上に投影される像とのY方向におけるずれが生じる。制御装置CONT1は、センサCにより測定された距離Y1、Y2に基づいて、第1露光ユニット群と第2露光ユニット群との相対的な変位量を検出する。即ち、第1露光ユニット群と第2露光ユニット群との相対的な姿勢差(Y方向における相対的なずれ量)を検出する。
- [0064] ここで、上述の投影光学モジュールPL1～PL13をそれぞれ構成するフォーカス調整機構、シフト調整機構、回転調整機構としての直角プリズム、及び倍率調整機構は

、第1露光ユニット群の投影位置及び第2露光ユニット群の投影位置の少なくとも1つを補正する補正装置として機能する。また、露光光学系L1～L13をそれぞれ構成するDMDの露光データを変更することにより、第1露光ユニット群と第2露光ユニット群とにより形成される像の位置(投影位置)の少なくとも1つを補正することができる。即ち、この補正装置は、制御装置CONT1からの制御信号に基づいて、露光光学系L1～L13により形成される像の回転、シフト、倍率及びフォーカス位置の少なくとも1つを補正する。

[0065] 即ち、制御装置CONT1は、センサCにより測定された4つの距離X1, X2, Y1, Y2に基づいて検出した第1露光ユニット群と第2露光ユニット群との相対的な変位量(相互の変動)から、各露光光学系L1～L13を構成するDMDの露光データの調整量(補正量)、または各投影光学モジュールPL1～PL13を構成するフォーカス調整機構、シフト調整機構、回転調整機構、及び倍率調整機構の調整量(駆動量)を算出する。制御装置CONT1は、算出した調整量(補正量また駆動量)の情報を含む制御信号を、各露光光学系L1～L13を構成するDMD駆動部、各投影光学モジュールPL1～PL13を構成するフォーカス調整機構駆動部、シフト調整機構駆動部、直角プリズム駆動部、及び倍率調整機構駆動部に対して出力する。各露光光学系L1～L13を構成するDMD駆動部、各投影光学モジュールPL1～PL13を構成するフォーカス調整機構駆動部、シフト調整機構駆動部、直角プリズム駆動部、及び倍率調整機構駆動部は、制御装置CONT1からの調整量(補正量または駆動量)の情報を含む制御信号に基づいて、各露光光学系L1～L13を構成するDMDのマイクロミラー、各投影光学モジュールPL1～PL13を構成するフォーカス調整機構、シフト調整機構、直角プリズム(回転調整機構)及び倍率調整機構を駆動する。これにより、第1露光ユニット群または第2露光ユニット群による転写パターンプレートP上における投影位置48a～48mの補正を行う。

[0066] なお、制御装置CONT1は、各露光光学系L1～L13を構成するDMD、各投影光学モジュールPL1～PL13を構成するフォーカス調整機構、シフト調整機構、回転調整機構、及び倍率調整機構のうちの少なくとも1つの調整量(駆動量)を算出し、第1露光ユニット群または第2露光ユニット群の投影位置48a～48mのずれの補正を行う

- 。
- [0067] ここで、センサCにより測定される4つの距離X1, X2, Y1, Y2は第1露光ユニット群と第2露光ユニット群との相対的な変位量であるため、第1露光ユニット群の投影位置のずれ量、及び第2露光ユニット群の投影位置のずれ量を個々に検出することができない。従って、制御装置CONT1は、例えばレーザ干渉計システムにより計測されるプレートステージPSTの位置、及びセンサCにより測定される4つの距離X1, X2, Y1, Y2に基づいて、第1露光ユニット群の投影位置のずれ量と第2露光ユニット群の投影位置のずれ量とを個々に算出してもよい。即ち、制御装置CONT1は、レーザ干渉計システムにより計測されるプレートステージPSTの位置に基づいて第2露光ユニット群の投影位置を検出する。次に、検出された第2露光ユニット群の投影位置と、センサCにより測定される4つの距離X1, X2, Y1, Y2とに基づいて第1露光ユニット群の投影位置を検出する。
- [0068] また、制御装置CONT1は、レーザ干渉計システムにより計測されるプレートステージPSTの位置に基づいて、露光光学系L1～L13の全体の変動を検出することができる。また、制御装置CONT1は、センサCにより測定される4つの距離X1, X2, Y1, Y2に基づいて、露光光学系L1～L13の相互の変動を検出することができる。
- [0069] 制御装置CONT1は、検出された第1露光ユニット群の投影位置に基づいて、第1露光ユニット群を構成する露光光学系L1, L3, L5, L7, L9, L11, L13の少なくとも1つにおける、DMD、フォーカス調整機構、シフト調整機構、回転調整機構、及び倍率調整機構の少なくとも1つの調整量(駆動量)を算出する。また、検出された第2露光ユニット群の投影位置に基づいて、第2露光ユニット群を構成する露光光学系L2, L4, L6, L8, L10, L12の少なくとも1つにおける、DMD、フォーカス調整機構、シフト調整機構、回転調整機構、及び倍率調整機構の少なくとも1つの調整量(駆動量)を算出する。そして、算出された第1露光ユニット群の投影位置を補正するための調整量、及び第2露光ユニット群の投影位置を補正するための調整量に基づいて、各投影光学モジュールPL1～PL13のフォーカス調整機構、シフト調整機構、回転調整機構、及び倍率調整機構を駆動することにより補正を行う。
- [0070] また、制御装置CONT1は、第1露光ユニット群(または第2露光ユニット群)の投影

位置を基準(固定)として第2露光ユニット群(または第1露光ユニット群)の投影位置の補正を行うこともできる。この場合には、第1露光ユニット群の投影位置のずれ量と第2露光ユニット群の投影位置のずれ量とを個々に算出することはしないが、第1露光ユニット群の投影位置と第2露光ユニット群の投影位置との相対的なずれ量を補正することができるため、第1露光ユニット群の投影位置と第2露光ユニット群の投影位置との継ぎ部を正確に一致させることができる。

[0071] また、制御装置CONT1は、センサCにより測定された4つの距離X1, X2, Y1, Y2に基づいて検出した第1露光ユニット群と第2露光ユニット群との相対的な変位量に基づいて、第1露光ユニット群の投影位置を補正するための調整量と、第1露光ユニット群の投影位置を補正するための調整量と同量の第2露光ユニット群の投影位置を補正するための調整量を算出するようにしてもよい。即ち、第1露光ユニット群と第2露光ユニット群との相対的な変位量に基づいて算出された調整量の2分の1(半分)ずつを、第1露光ユニット群と第2露光ユニット群の調整量とする。この場合には、第1露光ユニット群の投影位置のずれ量と、第2露光ユニット群の投影位置のずれ量とを個々に算出することはないが、第1露光ユニット群の投影位置と第2露光ユニット群の投影位置との相対的なずれ量を補正することができるため、第1露光ユニット群の投影位置と第2露光ユニット群の投影位置との継ぎ部を正確に一致させることができる。

[0072] 以上説明したように、複数並んだ露光光学系L1~L13を1つの定盤9で支持することにより、コラム1が歪み変形を生じたとしても、このコラム1の歪み変形の露光光学系L1~L13に対する影響を小さく抑えることができる。そして、複数の露光光学系L1~L13は1つの定盤9により支持されているので、コラム1に歪み変形が生じて、露光光学系L1~L13どうしの相対位置の変化を小さく抑えることができる。従って、露光光学系L1~L13の結像特性(光学性能)の変動を小さく抑えることができる。

[0073] また、センサにより第1露光ユニット群と第2露光ユニット群との相対的な4つの距離を測定し、その測定結果に基づいて第1露光ユニット群と第2露光ユニット群との相対的な変位量、即ちキネマティック支持構造を構成する支持部等により抑制することができない第1露光ユニット群と第2露光ユニット群との相対位置の変化量を検出することができる。また、その検出結果に基づいて可変成形マスクにより生成されるパターン

のプレート上における投影位置を前述の補正装置により補正することができるため、第1露光ユニット群の投影位置と第2露光ユニット群の投影位置とのずれを補正することができる。従って、第1露光ユニット群と第2露光ユニット群とが載置される定盤またはコラムの変形等により投影位置のずれが生じた場合においても、その投影位置のずれを補正することができるため、第1露光ユニット群と第2露光ユニット群との継ぎ部を正確に一致させることができ、高精度に露光を行うことができる。

- [0074] また、この実施形態においては、センサCを投影光学モジュールPL12及びPL13側(−Y方向側)に配置しているが、投影光学モジュールPL1及びPL2側(+Y方向側)に配置してもよい。また、センサCを定盤9の下側(−Z方向側)に配置しているが、定盤9の上側(+Z方向側)に配置してもよい。
- [0075] また、本実施形態においては、X方向における2つの距離X1、X2、及びY方向における2つの距離Y1、Y2を測定するようにセンサCを構成しているが、X方向及びY方向のいずれか一方における1つ以上の距離を測定するように構成してもよい。
- [0076] また、本実施形態においては、前述の補正装置(DMD、フォーカス調整機構、シフト調整機構、回転調整機構、及び倍率調整機構の少なくとも1つ)により、第1露光ユニット群の投影位置と第2露光ユニット群の投影位置とのずれを補正しているが、補正装置としてプレートPが載置されているプレートステージPSTの姿勢を制御することにより、第1露光ユニット群の投影位置と第2露光ユニット群の投影位置とのずれを補正してもよい。即ち、プレートステージPSTの位置を調整することにより、第1露光ユニット群と第2露光ユニット群との投影位置のずれを補正することが可能となる。
- [0077] また、センサCの計測結果に基づいて第1露光ユニット群と第2露光ユニット群との投影位置のずれの補正を行なっているが、センサCを設けずに、第1露光ユニット群と第2露光ユニット群との投影位置のずれの補正を行うことも可能である。例えば、所定の気温(露光装置内の温度など)や経過時間に基づく定盤9の変形を予め再現することができる場合には、定盤9の変形に基づく第1露光ユニット群と第2露光ユニット群との投影位置のずれの調整量を露光データ記憶部76に記憶させておく。そして、所定の気温になったとき、または所定の時間が経過したとき、制御装置CONT1は、露光データ記憶部76に記憶されている調整量に基づいて、第1露光ユニット群と

第2露光ユニット群との投影位置のずれの調整を行なう。なお、図1の露光装置が、プレートステージPSTの移動に起因して定盤9に歪みが生じる、即ち第1及び第2露光ユニット群の相対的な位置ずれが生じるボディ構造である場合、上記気温または経過時間と組み合わせて、あるいはそれらとは独立に、例えばプレートステージPSTの移動に関する情報(一例として、位置及び加速度の少なくとも一方を含む)に対応して、定盤9の変形(歪みなど)に関する情報、第1及び第2露光ユニット群の投影位置のずれに関する情報、もしくはその位置ずれの調整量を、事前に求めて露光データ記憶部76に格納しておく。そして、プレートの露光動作中、例えばレーザ干渉計システムなどから得られるプレートステージPSTの移動に関する計測情報(または、プレートステージPSTの駆動に関する指令値)などに応じた露光データ記憶部76の格納情報に基づいて、前述の補正装置により第1及び第2露光ユニット群による投影像の相対的な位置ずれを補正してもよい。

[0078] また、補正装置としてのDMDをラフ補正装置とし、補正装置としてのフォーカス調整機構、シフト調整機構、回転調整機構及び倍率調整機構をファイン補正装置として、両者を連動させて上記補正を行ってもよい。また、補正装置としてのフォーカス調整機構、シフト調整機構、回転調整機構及び倍率調整機構をラフ補正装置とし、補正装置としてのDMDをファイン補正装置として、両者を連動させて上記補正を行ってもよい。

[0079] また、補正装置としてDMD、フォーカス調整機構、シフト調整機構、回転調整機構及び倍率調整機構による第1露光ユニット群の投影位置と第2露光ユニット群の投影位置とのずれの補正は、露光光学系のキャリブレーション時、露光時、または常時行なうようにする。

[0080] この実施形態においては、各露光光学系L1～L13を透過する光ビームの強度(露光量)、特に隣り合う露光光学系の継ぎ部に到達する光ビームの強度を計測し、その計測結果に基づいて継ぎ部に到達する光ビームの強度(露光量)を調整することができる。即ち、例えば露光光学系L1により形成される投影領域48aと、露光光学系L2により形成される投影領域48bとの継ぎ部に到達する光ビームであって、露光光学系L1を透過した光ビームと、露光光学系L2を透過した光ビームの各強度を強度セ

ンサにより計測する。具体的には、制御装置CONT1は、露光光学系L1を透過し、投影領域48aと投影領域48bとの継ぎ部に到達する光ビームの強度を計測できる位置に、強度センサを移動する。強度センサは、計測結果を制御装置CONT1に対して出力する。

[0081] また、制御装置CONT1は、露光光学系L2を透過し、投影領域48aと投影領域48bとの継ぎ部に到達する光ビームの強度を計測できる位置に、強度センサを移動する。強度センサは、計測結果を制御装置CONT1に対して出力する。制御装置CONT1は、強度センサにより計測された露光光学系L1を透過した光ビームの強度と、露光光学系L2を透過した光ビームの強度とを比較する。露光光学系L1を透過した光ビームの強度と露光光学系L2を透過した光ビームの強度との差が大きい場合、投影領域48aと投影領域48bとの継ぎ部における露光量に対する線幅精度が低下する。従って、制御装置CONT1は、図示しない光源の電圧等の調整を行なうことにより、露光光学系L1を透過する光ビームの強度と、露光光学系L2を透過する光ビームの強度とをほぼ同一にする。

[0082] なお、制御装置CONT1は、他の継ぎ部に到達する光ビームの強度を強度センサにより計測し、その計測結果に基づいて光ビームの強度の調整を行なう。また、上記光ビームの強度(露光量)の調整は、複数の露光光学系L1～L13の少なくとも1つでそのパターン像の位置を補正する際に行うことが好ましい。なお、この実施形態においては、XY平面内を移動可能に構成されている1つの強度センサを備えているが、複数の強度センサを備えるようにしてもよい。また、この実施形態にかかる強度センサは、光ビームの単一のビームスポットの強度を計測しているが、所定の単位に分割された光ビームの強度(例えば、1つまたは複数の投影領域内に到達する光ビームの強度、1つの投影領域を分割した領域内に到達する光ビームの強度)を計測するようにしてもよい。

[0083] また、露光光学系L1～L13により形成される投影領域48a～48mの継ぎ部と継ぎ部でない部分とのディストーションの影響を同一にすることが望ましい。具体的には、第1露光ユニット群側の継ぎ部の転写パターンと第2露光ユニット群側の継ぎ部の転写パターンとが偏重せずほぼ均一に分散されるように、DMDによるパターン形成を

行なう。この際、転写パターンの走査方向における長さについて、継ぎ部どうしの積算された長さを継ぎ部でない部分の長さと同一にする。

[0084] なお、可変成形マスクにより形成されたパターンをプレート上に形成する際に、プレートを載置したプレートステージを移動させることにより、プレートステージの走り誤差、露光光学系を支持しているコラムの変形が生じ、結果として第1露光ユニットと第2の露光ユニットとの相対的な位置誤差が生じ、プレート上のパターンに位置誤差が発生する場合がある。この場合には、例えば試し露光を行うことにより、プレートステージの走り誤差等によるパターンの配列誤差を計測する。この計測した計測値を用いて、各投影像の位置を直接補正する補正テーブルを作成し、プレートの各位置における補正テーブルを持つことにより、像の位置の補正を逐次行うようにしてもよい。また、走査方向ごとの補正值を持つようにしてもよい。なお、本実施形態では、一回のスキャンでプレートの露光が完結するものを示したが、複数の走査露光の合間にプレートステージをステップ動作させるステップアンドスキャン方式を用いてもよい。また、露光光学系に対してプレートステージを走査させるものを示したが、露光光学系をプレートに対して走査するようにしてもよいことは言うまでもない。その際にも、露光光学系の移動による装置の変形が考えられ、プレートの各露光位置における像の位置補正值を設定するようにしてもよい。

[0085] この実施形態にかかる走査型投影露光装置によれば、プレートステージの走査に同期してDMDにより形成される転写パターンを変化させることができるため、所望のパターンを容易に生成することができる。また、転写パターンが形成されるマスクの使用時に必要であったマスクステージを備える必要がなく、露光装置のコストダウン及び小型化を可能とする。また、この走査型投影露光装置によれば、露光光学系が転写パターンの像の位置の補正を行くことができるため、DMDより形成される転写パターンの像を正確に投影露光することができる。

[0086] また、この実施形態にかかる走査型露光装置によれば、複数の露光光学系L1～L13の変動を補償するように、複数の露光光学系L1～L13により形成される複数の像のうち少なくとも1つの像の位置を補正することができるため、隣り合う露光光学系により形成される像の位置ずれを補正することができる。従って、複数の露光光学系L1

～L13を支持する部材の変形等により像の位置ずれが生じた場合においても、隣り合う露光光学系の継ぎ部を正確に一致させることができ、プレートP上にDMD8により形成される所定のパターンを精度良く露光することができる。

[0087] また、この実施形態にかかる走査型露光装置によれば、強度センサにより各露光光学系L1～L13を透過する光ビームの強度を測定し、その測定結果に基づいて露光光学系L1～L13の少なくとも1つを透過する光ビームの強度を調整するため、隣り合う露光光学系の光ビームの強度の差を補正することができる。従って、隣り合う露光光学系を透過する光ビームの強度に差が生じた場合においても、その光ビームの強度の差を補正することができるため、隣り合う露光光学系の継ぎ部の露光を良好に行なうことができ、プレートP上にDMD8により形成される所定のパターンを精度良く露光することができる。

[0088] なお、この実施形態では、第1露光ユニット群と第2露光ユニット群との相対的な関係が変化することを示したが、各ユニット群を構成する各露光光学系のそれぞれに位置検出用のセンサを設けることにより、各露光光学系の位置・姿勢を計測し、その計測結果に応じて像の位置を補正するように前述の補正装置を制御するようにしてもよい。

[0089] また、この実施形態にかかる走査型露光装置においては、図6に示す投影光学モジュールを備えているが、図27または図28に示すような構成を有する投影光学モジュールを備えるようにしてもよい。図27に示す投影光学モジュールは、プリズム24a、レンズ群26a、及びミラー28aにより構成されている。図28に示す投影光学モジュールは、ビームスプリッタ24b、1/4波長板25、レンズ群26b、及びミラー28bにより構成されている。

[0090] また、この実施形態にかかる走査型露光装置においては、図2に示した点像視野絞り18及び投影光学モジュールPL1～PL13を介した光ビームによりパターン像をプレートP上に形成しているが、図29に示すように、マイクロレンズアレイ16を通過した光ビームによりパターン像をプレートP上に形成するようにしてもよい。即ち、点像視野絞り及び投影光学モジュールを備えない構成にしてもよい。この場合には、装置本体をコンパクト化及び低コスト化することができる。

[0091] また、この実施形態においては、ファイバの射出端から射出した略正方形の光束断面形状を有する光ビームをDMDに入射させているが、例えば図30a、図30bに示すようなプリズム5a、5bを、コリメート光学系4とミラー6(またはDMD8)との間の光路中に挿入することにより、光束断面形状をDMD8(マイクロミラー)と同様の矩形状に整形し、DMD8に入射させるようにしてもよい。この場合においては、図3に示す矩形状のDMD8に正形状の光束を入射させた場合と比較して、光ビームを無駄なく使用することができる。

なお、上記実施形態ではその全ての光学部材(構成要素)が一体に保持される露光光学系を定盤9に設置するものとしたが、露光光学系の一部(例えば、少なくとも投影光学モジュールを含む)を定盤9に設置し、残りは定盤9と異なる架台(コラム、フレームなど)に設けるようにしてもよい。さらに、上記実施形態ではDMD8と点像視野絞り18とにより任意のパターンをプレートP上に形成するものとしたが、例えば点像視野絞りを設けずDMDのみでパターンを形成してもよい。また、上記実施形態では可変成形マスク(電子マスク)として、基板上に形成すべきパターンの電子データ(露光データ)に基づいてマイクロミラーの角度が制御されるDMDを用いるものとしたが、例えば光の振幅、位相または偏光の状態を空間的に変調する素子である、DMD以外の非発光型画像表示素子(空間光変調器(Spatial Light Modulator)とも呼ばれる)を用いてもよい。さらに、上記実施形態における露光光学系は図2に示した構成などに限られるものでなく任意で構わない。例えば、DMDの代わりに自発光型画像表示素子を用いてもよく、この場合には投影光学モジュールに関して基板(プレート)と実質的に共役にその自発光型画像表示素子を配置するだけでよいので、露光光学系は自発光型画像表示素子、及び投影光学モジュールのみを有することになる。なお、自発光型画像表示素子には、例えば複数の発光点を有する固体光源チップ、チップを複数個アレイ状に配列した固体光源チップアレイ、あるいは複数の発光点を1枚の基板に作り込んだ固体光源アレイ(例えばLED (Light Emitting Diode) ディスプレイ、OLED (Organic Light Emitting Diode) ディスプレイ、LD (Laser Diode) ディスプレイなど)などが含まれる。

[0092] 上述した第1実施形態に係る走査型露光装置によれば、並列的に配置された複数

の光学ユニット(露光光学系L1～L13の全部(2, 4, 6, 8, 10, 16, 18, PL1～PL13等)又は一部(例えば、投影光学モジュールPL1～PL13))の変動を補償するように、複数の光学ユニットにより形成される複数の像のうち少なくとも1つの像の位置を補正することができるため、隣り合う光学ユニットにより形成される像の位置ずれを補正することができる。従って、複数の光学ユニットを支持する部材の変形等により像の位置ずれが生じた場合においても、隣り合う光学ユニットの継ぎ部を正確に一致させることができ、感光基板(例えば、ガラス基板、ウエハ)等の物体上に可変成形マスクにより形成される所定のパターンを精度良く露光転写することができる。

[0093] また、この第1実施形態の走査型露光装置によれば、ビーム強度計測系により第1露光ユニット及び第2露光ユニットのビーム強度を測定し、その測定結果に基づいて第1露光ユニット及び第2露光ユニットの少なくとも一方のビーム強度を調整するため、第1露光ユニットのビーム強度と第2露光ユニットのビーム強度との差を補正することができる。従って、第1露光ユニットと第2露光ユニットとのビーム強度に差が生じた場合においても、そのビーム強度の差を補正することができるため、第1露光ユニットと第2露光ユニットの継ぎ部の露光を良好に行なうことができ、感光基板上に可変成形マスクにより形成される所定のパターンを精度良く露光転写することができる。

[0094] [第2実施形態]

次に、図面を参照して、本発明の第2実施形態の説明を行う。図31は、本発明の第2実施形態に係る露光装置の概略構成図、図32は、概略斜視図である。図31及び図32において、露光装置EXは、パターンが形成されたマスクMを支持するマスクステージMSTと、外径が500mmよりも大きい感光基板(プレート)Pを支持する基板ステージ(プレートステージ)PSTと、マスクステージMSTに支持されたマスクMを露光光ELで照明する照明光学系ILと、露光光ELで照明されたマスクMのパターンの像を基板ステージPSTに支持されている感光基板Pに投影する投影光学系PLと、投影光学系PLを定盤101を介して支持するコラム100と、露光処理に関する動作を統括制御する制御装置CONT2とを備えている。コラム100は、上部プレート部100Aと、上部プレート部100Aの4隅のそれぞれより下方に延びる脚部100Bとを有しており、床面に水平に載置されたベースプレート110上に設置されている。本実施形態に

において、投影光学系PLは複数(本例では7つ)並んだ投影光学モジュールPLa~PLgを有しており、照明光学系ILも投影光学モジュールの数及び配置に対応して複数(7つ)の照明光学モジュールを有している。感光基板Pはガラス基板等のフラットパネルディスプレイに用いられる基板に感光剤(フォトリソ)を塗布したものである。

[0095] ここで、本実施形態に係る露光装置EXは、投影光学系PLに対してマスクMと感光基板Pとを同期移動して走査露光する走査型露光装置であって、所謂マルチレンズスキャン型露光装置を構成している。以下の説明において、マスクM及び感光基板Pの同期移動方向をX軸方向(走査方向)、水平面内においてX軸方向と直交する方向をY軸方向(非走査方向)、X軸方向及びY軸方向と直交する方向をZ軸方向とする。また、X軸、Y軸、及びZ軸回りのそれぞれの方向を θX 、 θY 、及び θZ 方向とする。

[0096] 照明光学系ILは、不図示ではあるが、複数の光源と、複数の光源から射出された光束を一旦合成した後に均等分配して射出する複数の射出部を有するライトガイドと、ライトガイドの各射出部からの光束を均一な照度分布を有する光束(露光光)に変換するオプティカルインテグレータと、オプティカルインテグレータからの露光光をスリット状に整形するための開口を有するブラインド部と、ブラインド部を通過した露光光をマスクM上に結像するコンデンサレンズとを備えている。コンデンサレンズからの露光光の照射によって、マスクMは複数のスリット状の照明領域で照明される。本実施形態における光源には水銀ランプが用いられ、露光光としては、不図示の波長選択フィルタにより、露光に必要な波長であるg線(436nm)、h線(405nm)、i線(365nm)などが用いられる。

[0097] マスクステージMSTは、コラム100の上部プレート部100A上に設けられている。マスクステージMSTは、マスクMを保持するマスクホルダ120と、上部プレート部100A上においてマスクホルダ120をX軸方向に所定ストロークで移動可能な一対のリニアモータ121と、上部プレート部100Aに設けられ、X軸方向に移動するマスクホルダ120を案内する一対のガイド部122とを備えている。なお、図32には-Y側のリニアモータ121及びガイド部122は図示されていない。マスクホルダ120はバキュームチャ

ックを介してマスクMを保持する。マスクホルダ120の中央部にはマスクMからの露光光が通過する開口部120Aが形成されている。一对のリニアモータ121のそれぞれは、上部プレート部100A上において支持部材123で支持され、X軸方向に延びるように設けられた固定子121Aと、この固定子121Aに対応して設けられ、マスクホルダ120のY軸方向両側に固定された可動子121Bとを備えている。リニアモータ121は、固定子121Aをコイルユニット(電機子ユニット)で構成し、可動子121Bを磁石ユニットで構成した、所謂ムービングマグネット型リニアモータでもよいし、固定子121Aを磁石ユニットで構成し、可動子121Bをコイルユニットで構成した、所謂ムービングコイル型リニアモータでもよい。そして、可動子121Bが固定子121Aとの間の電磁氣的相互作用により駆動することでマスクホルダ120がX軸方向に移動する。

[0098] 一对のガイド部122のそれぞれはX軸方向に移動するマスクホルダ120を案内するものであって、X軸方向に延びるように設けられ、コラム100の上部プレート部100Aに固定されている。マスクホルダ120の下部にはガイド部122と係合する凹部を有する一对の被ガイド部材124が固定されている。被ガイド部材124とガイド部122との間には非接触ベアリングである不図示のエアベアリングが設けられており、マスクホルダ120はガイド部122に対して非接触で支持されつつ、X軸方向に移動する。また、マスクステージMSTは、不図示ではあるが、マスクMを保持するマスクホルダ120をY軸方向及び θ Z方向に移動する移動機構も有している。そして、上記リニアモータ及び移動機構によりマスクホルダ120(マスクステージMST)の姿勢が調整可能である。以下の説明では、マスクホルダ120(マスクステージMST)の姿勢を調整可能な上記リニアモータ及び移動機構を適宜「マスクステージ駆動装置MSTD」と総称する。

[0099] また、コラム100には、後に詳述するレーザ干渉計が設けられ、定盤101上には参照鏡が設けられ、マスクホルダ120には移動鏡が設けられている。なお、図31に示すように、レーザ干渉計174から参照鏡177に照射されるレーザビームの光路は符号125に示すように確保されている。

[0100] 基板ステージPSTは、ベースプレート110上に設けられている。基板ステージPSTは、感光基板Pを保持する基板ホルダ130と、基板ホルダ130をY軸方向に案内しつつ移動自在に支持するガイドステージ135と、ガイドステージ135に設けられ、基板

ホルダ130をY軸方向に移動するリニアモータ36と、ベースプレート110上において基板ホルダ130をガイドステージ135とともにX軸方向に所定ストロークで移動可能な一対のリニアモータ131と、ベースプレート110上に設けられ、X軸方向に移動するガイドステージ135(及び基板ホルダ130)を案内する一対のガイド部132とを備えている。基板ホルダ130は、バキュームチャックを介して感光基板Pを保持する。一対のリニアモータ131のそれぞれは、ベースプレート110上において支持部材133で支持され、X軸方向に延びるように設けられた固定子131Aと、この固定子131Aに対応して設けられ、ガイドステージ135の長手方向両端部に固定された可動子131Bとを備えている。リニアモータ131は、固定子131Aをコイルユニット(電機子ユニット)で構成し、可動子131Bを磁石ユニットで構成した、所謂ムービングマグネット型リニアモータでもよいし、固定子131Aを磁石ユニットで構成し、可動子131Bをコイルユニットで構成した、所謂ムービングコイル型リニアモータでもよい。そして、可動子131Bが固定子131Aとの間の電磁氣的相互作用により駆動することで基板ホルダ130がガイドステージ135とともにX軸方向に移動する。一対のガイド部132のそれぞれは、X軸方向に移動するガイドステージ135及び基板ホルダ130を案内するものであって、X軸方向に延びるように設けられ、ベースプレート110に固定されている。

- [0101] ガイドステージ135の下部には、ガイド部132と係合する凹部を有する被ガイド部材134が固定されている。被ガイド部材134とガイド部132との間には非接触ベアリングである不図示のエアベアリングが設けられており、ガイドステージ135はガイド部132に対して非接触で支持されつつX軸方向に移動する。同様に、リニアモータ136も、ガイドステージ135に設けられた固定子136Aと、基板ホルダ130に設けられた可動子136Bとを有しており、基板ホルダ130はリニアモータ136の駆動によりガイドステージ135に案内されつつY軸方向に移動する。また、一対のリニアモータ131のそれぞれの駆動を調整することで、ガイドステージ135は θ Z方向にも回転可能となっている。従って、この一対のリニアモータ131により基板ホルダ130がガイドステージ135とほぼ一体的にX軸方向及び θ Z方向に移動可能となっている。更に、基板ステージPSTは基板ホルダ130をZ軸方向、 θ X及び θ Y方向に移動する移動機構も有している。そして、上記リニアモータ及び移動機構により基板ホルダ130(基板ステージ

PST)の姿勢が調整可能である。以下の説明では、基板ホルダ130(基板ステージPST)の姿勢を調整可能な上記リニアモータ及び移動機構を適宜「基板ステージ駆動装置PSTD」と総称する。

[0102] コラム100には、後に詳述するレーザ干渉計が設けられ、投影光学モジュールPLa～PLgの鏡筒の所定位置には参照鏡が設けられ、基板ホルダ130には移動鏡が設けられている。投影光学系PLは複数(7つ)並んだ投影光学モジュールPLa～PLgを有しており、これら複数の投影光学モジュールPLa～PLgは1つの定盤101に支持されている。そして、図31に示すように、投影光学モジュールPLa～PLgを支持している定盤101は、コラム100の上部プレート部100Aに対して支持部102を介して支持されている。ここで、上部プレート部100Aの中央部には開口部100Cが設けられており、定盤101は上部プレート部100Aのうち開口部100Cの周縁部上に支持されている。そして、投影光学モジュールPLa～PLgの下部が開口部100Cに配置されている。なお、図31では、開口部100Cの周縁部に段部が形成され、この段部に支持部102が設けられているが、上部プレート部100Aは平坦面であってもよい。

[0103] 図33は投影光学モジュールPLa～PLgを支持している定盤101を示す概略斜視図であり、図34は平面図である。図33及び図34に示すように、投影光学系PLは複数の投影光学モジュールPLa～PLgで構成されており、これら投影光学モジュールPLa～PLgは定盤101に支持されている。定盤101は、コラム(支持構造体)100の上部プレート部100Aに支持部102を介してキネマティックに支持されている。支持部102は、定盤101の3箇所の所定位置にそれぞれ設けられている。複数の投影光学モジュールPLa～PLgのうち投影光学モジュールPLa、PLc、PLE、PLgは、Y方向(走査方向と交差する方向)に並んでおり、X方向(走査方向)の前方側に配置されている(以下、第1投影光学ユニットという。)。また、投影光学モジュールPLb、PLd、PLfは、Y方向に並んでおり、X方向の後方側に配置されている(以下、第2投影光学ユニットという。)。また、第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとはX方向に所定間隔だけ離れて配置されており、第1投影光学ユニットを構成する各投影光学モジュールPLa、PLc、PLE、PLgと、第2投影光学ユニットを構成する各投影光学モジュールPLb、PLd、PLfとは千鳥状に配置されている。すなわち、千鳥状に配

置されている投影光学モジュールPLa～PLgのそれぞれは、隣り合う投影光学モジュール(例えば、投影光学モジュールPLaとPLb、PLbとPLc)をY方向に所定量変位させて配置されている。

[0104] 定盤101は、例えばメタルマトリクス複合材(MMC: Metal Matrix Composites)により形成されている。メタルマトリクス複合材は、金属をマトリクス材としてその中にセラミックス強化材を複合した複合材であり、ここでは金属としてアルミニウムを含むものが用いられている。定盤101の中央部には開口部101Aが形成されており、この開口部101Aにより投影光学モジュールPLa～PLgそれぞれの露光光ELの光路が確保されている。ここで、定盤101は平面視において左右対称な六角形状(ホームベース状)に形成されており、第1投影光学ユニットは定盤101の幅の広い部分で支持され、第2投影光学ユニットは定盤101の幅の狭い部分で支持されている。すなわち、複数並んだ投影光学モジュールの数に応じて定盤101の形状が設定されており、投影光学モジュールPLa～PLgを支持するのに十分な強度を得られる範囲において、使用材料が最小限に抑えられている。

[0105] 投影光学モジュールPLa～PLgのそれぞれは、鏡筒PKと、鏡筒PKの内部に配置されている複数の光学素子(レンズ)とを有している。そして、投影光学モジュールPLa～PLgのそれぞれは、定盤101に対して互いに独立して接続されており、又分離可能である。これにより、投影光学モジュールをモジュール単位で増減させることが可能となり、その場合において、投影光学モジュールの定盤101に対する取り付け、及び取り外し作業を容易に行うことができる。更に、投影光学モジュールPLa～PLgのそれぞれを定盤101に対して互いに独立して接続及び分離可能としたことにより、定盤101の所定の基準位置(例えば、開口部101Aの中心位置)に対してそれぞれ独立して位置決め可能であり、各投影光学モジュールPLa～PLgの互いの相対位置を任意に設定することができる。

[0106] 図35aは支持部102の拡大図である。図35aに示すように、支持部102は、コラム100の上部プレート部100Aに設けられ、V状内面103を有するV溝部材104と、V溝部材104のV状内面103に接する球面105Aを有する球状部材105とを備えている。V溝部材104はコラム100の上部プレート部100Aに固定されている。また、定盤1

01の下面には球状部材105を配置可能な球面状凹部106が形成されており、定盤101の球面状凹部106の内面106Aと球状部材105の球面105Aとが接している。球状部材105はV溝部材104のV状内面103に載置された状態であって、V状内面103に対して球状部材105の表面105AはV字稜線方向(図34中の矢印y参照)に摺動可能となっている。更に、定盤101は球面状凹部106を介して球状部材105に載置された状態であって、球面状凹部106の内面106Aと球状部材105の表面105Aとは摺動可能となっている。これら面どうしが摺動可能であることにより、例えばコラム100が僅かに変形した際、これら面どうしが摺動することで、コラム100の変形の定盤101への影響が抑制されている。

[0107] V溝部材104のV状内面103及び球状部材105の表面105Aのそれぞれには、低摩擦部としての低摩擦材料膜がコーティングにより設けられている。低摩擦材料膜としては、例えばダイヤモンドライクカーボンが挙げられる。これにより、V溝部材104のV状内面103と球状部材105の表面105Aとの摩擦力が低減される。同様に、球面状凹部106の内面106Aにも低摩擦材料膜が設けられており、これにより、球面状凹部106の内面106Aと球状部材105の表面105Aとの摩擦力も低減されている。そして、これら面を低摩擦処理したことにより静止摩擦係数が抑えられ、例えばコラム100が僅かに変形して前記面どうしが摺動する際に生じる応力が抑えられ、コラム100の変形の定盤101への影響を良好に抑えることができる。

[0108] なお、ここでは、V状内面103及び球状部材105の表面105Aのそれぞれに低摩擦材料膜が設けられている構成であるが、V状内面103又は球状部材105の表面105Aのいずれか一方に低摩擦材料膜を設ける構成でも構わない。同様に、球面状凹部106の内面106A及び球状部材105の表面105Aのそれぞれに低摩擦材料膜を設ける構成の他に、球面状凹部106の内面106A又は球状部材105の表面105Aのいずれか一方に低摩擦材料膜を設ける構成でもよい。更に、図35bに示すように、コラム100に球面状凹部106を有する部材を設けるとともに、定盤101の下面にV状内面103を設け、これらの間に球状部材105を配置する構成であっても構わない。

[0109] 図34に戻って、支持部102は定盤101の面方向(XY方向)における3箇所の所定

の位置にそれぞれ設けられている。そして、V溝部材104のV字稜線Lの延長線のそれぞれが、複数並んだ投影光学モジュールPLa～PLgのXY方向におけるほぼ中央部Oで交わるように、V溝部材104のそれぞれが配置されている。これにより、コラム100が変形しても中央部Oが大きく移動しない構成となっている。そして、これら支持部102により所謂キネマティック支持構造が構成される。これにより、コラム100が変形しても、投影光学系PLや定盤101は大きく移動せず、複数の投影光学モジュールPLa～PLgの互いの相対位置の変化を小さく抑えることができる。

[0110] また、投影光学系PLには、図36に示すように、投影光学モジュールPLa及びPLb側(−Y方向側)であって定盤101の下側(−Z方向側)に、第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとの相対的な変位量を測定するセンサ(変位量測定装置、計測装置)Cが設けられている。センサCは、キネマティック支持構造を構成する支持部102等により抑えることができない第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとの相対位置の変化量を測定する。センサCとしては、例えば静電容量センサ、変位センサ、干渉計等が用いられる。センサCは、図37aに示すように、第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとのX方向(走査方向)における相対的な第1の距離X1を測定する。また、図37bに示すように、第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとのX方向における相対的な第2の距離X2を測定する。センサCにより測定された距離X1及びX2は、制御装置CONT2に対して出力される。

[0111] 例えば、図38aに示すように、定盤101が破線で示す形状から実線で示す形状に変形した場合、第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとのX方向における相対的なずれが生じる。即ち、第1投影光学ユニットにより感光基板P上に投影される像と、第2投影光学ユニットにより感光基板P上に投影される像とのX方向におけるずれが生じる。制御装置CONT2は、センサCにより測定された距離X1、X2に基づいて、第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとのX方向における相対的な変位量を検出する。即ち、第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとの相対的な並進量(X方向における相対的なずれ量)を検出する。

[0112] また、センサCは、図37aに示すように、第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとのY方向(走査方向と交差する方向)における相対的な第1の距離Y1を測定する

。また、図37cに示すように、第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとのY方向における相対的な第2の距離Y2を測定する。センサCにより測定された距離Y1及びY2は、制御装置CONT2に対して出力される。

[0113] 例えば、図38bに示すように、定盤101が破線で示す形状から実線で示す形状に変形した場合、第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとのY方向における相対的なずれが生じる。即ち、第1投影光学ユニットにより感光基板P上に投影される像と、第2投影光学ユニットにより感光基板P上に投影される像とのY方向におけるずれが生じる。制御装置CONT2は、センサCにより測定された距離Y1、Y2に基づいて、第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとの相対的な変位量を検出する。即ち、第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとの相対的な姿勢差(Y方向における相対的なずれ量)を検出する。

[0114] 図39は、投影光学系(投影光学モジュール)の構成図である。投影光学モジュールPLa～PLgのそれぞれは、照明光学モジュールにより露光光ELで照明されたマスクMの照明領域に存在するパターン像を感光基板Pに投影するものであり、シフト調整機構150と、二組の反射屈折型光学系151、152と、像面調整機構153と、不図示の視野絞りと、スケーリング調整機構154とを備えている。以下では投影光学モジュールPLfについて説明するが、他の投影光学モジュールPLa、PLb、PLc、PLd、PLE、PLgも投影光学モジュールPLfと同様の構成である。

[0115] マスクMを透過した光束は、シフト調整機構150に入射する。シフト調整機構150は、Y軸回りに回転可能に設けられた平行平面ガラス板150Aと、X軸回りに回転可能に設けられた平行平面ガラス板150Bとを有している。平行平面ガラス板150Aはモータなどの駆動装置150AdによりY軸回りに回転し、平行平面ガラス板150Bはモータなどの駆動装置150BdによりX軸回りに回転する。平行平面ガラス板150AがY軸回りに回転することにより感光基板P上におけるマスクMのパターンの像はX軸方向にシフトし、平行平面ガラス板150BがX軸回りに回転することにより感光基板P上におけるマスクMのパターンの像はY軸方向にシフトする。駆動装置150Ad、150Bdの駆動速度及び駆動量は制御装置CONT2によりそれぞれ独立して制御されるようになっている。駆動装置150Ad、150Bdのそれぞれは制御装置CONT2の制御

に基づいて、平行平面ガラス板150A、150Bのそれぞれを所定速度で所定量(所定角度)回転する。シフト調整機構150を透過した光束は、1組目の反射屈折型光学系151に入射する。

[0116] 反射屈折型光学系151は、マスクMのパターンの中間像を形成するものであって、直角プリズム(補正機構)155と、レンズ156と、凹面鏡157とを備えている。直角プリズム155はZ軸回りに回転可能に設けられており、モータなどの駆動装置155dによりZ軸回りに回転する。直角プリズム155がZ軸回りに回転することにより感光基板P上におけるマスクMのパターンの像はZ軸回りに回転する。すなわち、直角プリズム155はローテーション調整機構としての機能を有している。駆動装置155dの駆動速度及び駆動量は制御装置CONT2により制御されるようになっている。駆動装置155dは制御装置CONT2の制御に基づいて、直角プリズム155を所定速度で所定量(所定角度)回転する。反射屈折型光学系151により形成されるパターンの中間像位置には不図示の視野絞りが配置されている。視野絞りは、感光基板P上における投影領域を設定するものであって、例えば感光基板P上での投影領域を台形状に設定する。視野絞りを透過した光束は、2組目の反射屈折型光学系152に入射する。

[0117] 反射屈折型光学系152は、反射屈折型光学系151と同様に、ローテーション調整機構としての直角プリズム(補正機構)158と、レンズ159と、凹面鏡160とを備えている。直角プリズム158もモータなどの駆動装置158dの駆動によりZ軸回りに回転するようになっており、その回転により感光基板P上におけるマスクMのパターンの像をZ軸回りに回転する。駆動装置158dの駆動速度及び駆動量は制御装置CONT2により制御されるようになっており、駆動装置158dは制御装置CONT2の制御に基づいて、直角プリズム158を所定速度で所定量(所定角度)回転する。

[0118] 反射屈折型光学系152から射出した光束は、スケーリング調整機構(補正機構)154を通り、感光基板P上にマスクMのパターンの像を正立等倍で結像する。スケーリング調整機構154は、図39のようにレンズをZ軸方向に移動させたり、又は3枚のレンズ構成で、例えば凹レンズ、凸レンズ、凹レンズから構成され、凹レンズと凹レンズとの間に位置する凸レンズをZ軸方向に移動させることにより、マスクMのパターンの像の倍率(スケーリング)調整を行うようになっている。図39の場合、凸レンズは駆動装

置154dにより移動するようになっており、駆動装置154dは制御装置CONT2により制御される。駆動装置154dは制御装置CONT2の制御に基づいて、凸レンズを所定速度で所定量移動させる。なお、凸レンズは、両凸レンズでも平凸レンズでもよい。

[0119] 二組の反射屈折型光学系151、152の間の光路上には、投影光学モジュールPLfの結像位置及び像面の傾斜を調整する像面調整機構153が設けられている。像面調整機構153は反射屈折型光学系151による中間像が形成される位置近傍に設けられている。すなわち、像面調整機構153はマスクM及び感光基板Pに対してほぼ共役な位置に設けられている。像面調整機構153は、第1光学部材153Aと、第2光学部材153Bと、第1光学部材153A及び第2光学部材153Bを非接触状態に支持する不図示のエアベアリングと、第2光学部材153Bに対して第1光学部材153Aを移動する駆動装置153Ad、153Bdとを備えている。第1光学部材153A及び第2光学部材153Bのそれぞれは、露光光ELを透過可能な、くさび状のガラス板であり、一对のくさび型光学部材を構成している。露光光ELはこの第1光学部材153A及び第2光学部材153Bのそれぞれを通過する。駆動装置153Ad、153Bdの駆動量及び駆動速度、すなわち第1光学部材153Aと第2光学部材153Bとの相対的な移動量及び移動速度は制御装置CONT2により制御される。第2光学部材153Bに対して第1光学部材153AがX軸方向にスライド(移動)することにより投影光学モジュールPLfの像面位置がZ軸方向に移動し、第2光学部材153Bに対して第1光学部材153Aが θ Z方向に回転することにより投影光学モジュールPLfの像面が傾斜する。

[0120] 上記シフト調整機構150、ローテーション調整機構155、158、スケーリング調整機構154、及び像面調整機構153は、投影光学モジュールPLfの光学特性(結像特性)を調整する調整装置として機能する。なお、光学特性の調整装置としては、一部の光学素子(レンズ)間を密封して内部圧力を調整する機構であつてもよい。また、各投影光学モジュールPLa～PLgを構成するシフト調整機構、ローテーション調整機構、スケーリング調整機構及び像面調整機構は、第1投影光学ユニットの投影位置と第2投影光学ユニットの投影位置とのずれを補正する補正装置(光学特性調整装置)としても機能する。即ち、この補正装置(光学特性調整装置)は、制御装置CONT2からの制御信号に基づいて、第1投影光学ユニットまたは第2投影光学ユニットによるマ

スクMのパターンの感光基板P上における投影位置の補正を行う。

[0121] 即ち、制御装置CONT2は、センサCにより測定された4つの距離X1, X2, Y1, Y2に基づいて検出した第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとの相対的な変位量から、各投影光学モジュールPLa～PLgを構成するシフト調整機構、ローテーション調整機構、スケーリング調整機構及び像面調整機構の調整量(駆動量)を算出する。制御装置CONT2は、その算出した調整量(駆動量)の情報を含む制御信号を、各投影光学モジュールPLa～PLgを構成するシフト調整機構、ローテーション調整機構、スケーリング調整機構及び像面調整機構に出力する。各投影光学モジュールPLa～PLgを構成するシフト調整機構、ローテーション調整機構、スケーリング調整機構及び像面調整機構は、制御装置CONT2からの調整量(駆動量)の情報を含む制御信号に基づいて、第1投影光学ユニットまたは第2投影光学ユニットによるマスクMのパターンの感光基板P上における投影位置の補正を行う。ここで、投影位置とは、X方向(走査方向)における位置、Y方向(走査方向と直交する方向)における位置及び投影光学系PLの光軸方向を軸とする回転方向における位置の少なくとも1つを示している。

[0122] なお、制御装置CONT2は、各投影光学モジュールPLa～PLgを構成するシフト調整機構、ローテーション調整機構、スケーリング調整機構及び像面調整機構のうちの少なくとも1つの調整量(駆動量)を算出し、第1投影光学ユニットまたは第2投影光学ユニットの投影位置のずれの補正を行う。

[0123] ここで、センサCにより測定される4つの距離X1, X2, Y1, Y2は第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとの相対的な変位量であるため、第1投影光学ユニットの投影位置のずれ量及び第2投影光学ユニットの投影位置のずれ量を個々に検出することができない。従って、制御装置CONT2は、例えば後述するレーザ干渉計システムにより計測されるマスクホルダ120(マスクステージMST)または基板ホルダ130(基板ステージPST)の位置、及びセンサCにより測定される4つの距離X1, X2, Y1, Y2に基づいて、第1投影光学ユニットの投影位置のずれ量と第2投影光学ユニットの投影位置のずれ量を個々に算出してもよい。

[0124] 即ち、制御装置CONT2は、レーザ干渉計システムにより計測されるマスクホルダ1

20または基板ホルダ130の位置に基づいて第2投影光学ユニットの投影位置を検出する。次に、検出された第2投影光学ユニットの投影位置とセンサCにより測定される4つの距離X1, X2, Y1, Y2に基づいて第1投影光学ユニットの投影位置を検出する。次に、検出された第1投影光学ユニットの投影位置に基づいて、第1投影光学ユニットを構成する投影光学モジュールPLa, PLc, PLe, PLgの少なくとも1つにおける、シフト調整機構、ローテーション調整機構、スケーリング調整機構及び像面調整機構の少なくとも1つの調整量(駆動量)を算出する。また、検出された第2投影光学ユニットの投影位置に基づいて、第2投影光学ユニットを構成する投影光学モジュールPLb, PLd, PLfの少なくとも1つにおける、シフト調整機構、ローテーション調整機構、スケーリング調整機構及び像面調整機構の少なくとも1つの調整量(駆動量)を算出する。算出された第1投影光学ユニットの投影位置を補正するための調整量及び第2投影光学ユニットの投影位置を補正するための調整量に基づいて、各投影光学モジュールPLa~PLgのシフト調整機構、ローテーション調整機構、スケーリング調整機構及び像面調整機構を駆動することにより補正を行う。

[0125] また、制御装置CONT2は、第1投影光学ユニットの投影位置を基準(固定)として第2投影光学ユニットの投影位置の補正を行うこともできる。この場合には、第1投影光学ユニットの投影位置のずれ量と第2投影光学ユニットの投影位置のずれ量とを個々に算出することはしないが、第1投影光学ユニットの投影位置と第2投影光学ユニットの投影位置との相対的なずれ量を補正することができるため、第1投影光学ユニットの投影位置と第2投影光学ユニットの投影位置との継ぎ部を正確に一致させることができる。なお、第2投影光学ユニットの投影位置を基準(固定)として第1投影光学ユニットの投影位置の補正を行うこともできる。

[0126] また、制御装置CONT2は、センサCにより測定された4つの距離X1, X2, Y1, Y2に基づいて検出した第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとの相対的な変位量に基づいて、第1投影光学ユニットの投影位置を補正するための調整量と、第1投影光学ユニットの投影位置を補正するための調整量と同量の第2投影光学ユニットの投影位置を補正するための調整量とを算出するようにしてもよい。即ち、第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとの相対的な変位量に基づいて算出された調整

量の2分の1(半分)ずつを第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットの調整量とする。この場合には、第1投影光学ユニットの投影位置のずれ量と第2投影光学ユニットの投影位置のずれ量とを個々に算出することはないが、第1投影光学ユニットの投影位置と第2投影光学ユニットの投影位置との相対的なずれ量を補正することができるため、第1投影光学ユニットの投影位置と第2投影光学ユニットの投影位置との継ぎ部を正確に一致させることができる。

[0127] なお、 $-X$ 側の投影光学モジュールPLa、PLc、PLe、PLgと、 $+X$ 側の投影光学モジュールPLb、PLd、PLfとの間には、マスクMのパターン形成面及び感光基板Pの被露光面のZ軸方向における位置を検出するオートフォーカス検出系200が設けられている。オートフォーカス検出系200を構成する光学素子はハウジング内部に配置されており、これら光学素子及びハウジングによりオートフォーカスユニット(AFユニット)Uが形成されている。

[0128] 図40はマスクホルダ120(マスクステージMST)の位置を計測するレーザ干渉計システムの概略構成図である。図40において、マスクホルダ120の $-X$ 側の端縁にはY軸方向に延びるX移動鏡170が設けられ、マスクホルダ120の $-Y$ 側の端縁にはX軸方向に延びるY移動鏡171が設けられている。X移動鏡170に対向する位置には2つのレーザ干渉計172、173がY軸方向に並んで設けられている。また、Y移動鏡171に対向する位置にはレーザ干渉計174が設けられている。レーザ干渉計172、173、174はコラム100の上部プレート部100Aに設置されている(図32参照)。また、定盤101には参照鏡175、176、177が取り付けられている。参照鏡175はレーザ干渉計172に対向する位置に設けられ、参照鏡176はレーザ干渉計173に対向する位置に設けられ、参照鏡177はレーザ干渉計174に対向する位置に設けられている。2つのレーザ干渉計172、173のうち、 $+Y$ 側に設けられているレーザ干渉計172は、X移動鏡170に測長ビーム(レーザビーム)170aを照射するとともに、参照鏡175に参照ビーム(レーザビーム)175a、175bを照射する。同様に、 $-Y$ 側に設けられているレーザ干渉計173は、X移動鏡170に測長ビーム170bを照射するとともに、参照鏡176に参照ビーム176a、176bを照射する。照射した測長ビーム及び参照ビームに基づくX移動鏡170及び参照鏡175、176それぞれからの反射光はレーザ

干渉計172、173の受光部で受光され、レーザ干渉計172、173はこれら光を干渉し、参照ビームの光路長を基準とした測長ビームの光路長の変化量、ひいては、参照鏡175、176を基準としたX移動鏡170の位置(座標)を計測する。レーザ干渉計172、173の計測結果は制御装置CONT2に出力され、制御装置CONT2はレーザ干渉計172、173の計測結果に基づいて、マスクホルダ120(マスクステージMST)のX軸方向における位置を求める。

[0129] また、レーザ干渉計174は、Y移動鏡171に測長ビーム171a、171bを照射するとともに、参照鏡177に参照ビーム177a、177bを照射する。照射した測長ビーム及び参照ビームに基づくY移動鏡171及び参照鏡177それぞれからの反射光はレーザ干渉計174の受光部で受光され、レーザ干渉計174はこれら光を干渉し、参照ビームの光路長を基準とした測長ビームの光路長の変化量、ひいては、参照鏡177を基準としたY移動鏡171の位置(座標)を計測する。レーザ干渉計174の計測結果は制御装置CONT2に出力され、制御装置CONT2はレーザ干渉計174の計測結果に基づいて、マスクホルダ120(マスクステージMST)のY軸方向における位置を求める。

[0130] また、制御装置CONT2は、移動鏡170に照射されたY軸方向に並ぶ測長ビーム170a、170bの計測結果に基づいて、マスクホルダ120の θ Z方向における姿勢を求めることができる。ここで、マスクホルダ120の-X側に設けられたレーザ干渉計172は、参照鏡175に対してZ軸方向に並ぶ2つの参照ビーム175a、175bを照射する。同様に、マスクホルダ120の-X側に設けられたレーザ干渉計173は、参照鏡176に対してZ軸方向に並ぶ2つの参照ビーム176a、176bを照射する。レーザ干渉計172、173の計測結果は制御装置CONT2に出力され、制御装置CONT2は、Z軸方向に並ぶ、例えば参照ビーム175a及び175bそれぞれの光路長測定結果(あるいは参照ビーム176a及び176bそれぞれの光路長測定結果)に基づいて、投影光学モジュールPLa~PLgを支持した定盤101の θ Y方向における姿勢を求めることができる。また、制御装置CONT2は、Y軸方向に並ぶ、例えば参照ビーム175a及び176aそれぞれの光路長測定結果(あるいは参照ビーム175b及び176bそれぞれの光路長測定結果)に基づいて、定盤101の θ Z方向における姿勢を求めることができる。

- 。
- [0131] また、マスクホルダ120の-Y側に設けられたレーザ干渉計174は、参照鏡177に対してZ軸方向に並ぶ2つの参照ビーム177a、177bを照射する。レーザ干渉計174の計測結果は制御装置CONT2に出力され、制御装置CONT2は、Z軸方向に並ぶ参照ビーム177a及び177bそれぞれの光路長測定結果に基づいて、定盤101の θX 方向における姿勢を求めることができる。
- [0132] こうして、制御装置CONT2は、レーザ干渉計172、173、174により参照鏡175、176、177に照射した参照ビームによる計測結果に基づいて、投影光学モジュールPLa~PLgを支持した定盤101の姿勢、すなわち、X軸、Y軸、 θX 、 θY 、及び θZ 方向における位置を求めることができる。制御装置CONT2は、定盤101の姿勢計測結果に基づいて、マスクホルダ120の姿勢を、マスクステージ駆動装置MSTDを介して制御する。例えば、制御装置CONT2は、定盤101の θY 方向の傾斜量を補正量として、マスクホルダ120の姿勢を補正する。これにより、定盤101の姿勢が変化した場合でも、定盤101に支持されている投影光学モジュールPLa~PLgとマスクホルダ120(及びこのマスクホルダ120に保持されているマスクM)との相対位置を維持することができる。
- [0133] 図41は基板ホルダ130(基板ステージPST)の位置を計測するレーザ干渉計システムの概略構成図である。図41において、基板ホルダ130の-X側の端縁にはY軸方向に延びるX移動鏡180が設けられ、基板ホルダ130の-Y側の端縁にはX軸方向に延びるY移動鏡181が設けられている。X移動鏡180に対向する位置には、3つのレーザ干渉計182、183、184がY軸方向に並んで設けられている。また、Y移動鏡181に対向する位置には、3つのレーザ干渉計185、186、187がX軸方向に並んで設けられている。レーザ干渉計182、183、184はベースプレート110に設置されている(図32参照)。また、レーザ干渉計185、186、187はコラム100の上部プレート部100Aから垂下するように設けられている(図32参照)。
- [0134] 投影光学モジュールの鏡筒PKには参照鏡188、189、190、191、192、193が取り付けられている。参照鏡188は、Y軸方向に3つ並んだレーザ干渉計182、183、184のうち+Y側のレーザ干渉計182に対向する位置に設けられ、参照鏡189は

中央のレーザ干渉計183に対向する位置に設けられている。参照鏡190は-Y側のレーザ干渉計184に対向する位置に設けられている。参照鏡191は、X軸方向に3つ並んだレーザ干渉計185、186、187のうち-X側のレーザ干渉計185に対向する位置に設けられ、参照鏡192は中央のレーザ干渉計186に対向する位置に設けられ、参照鏡193は+X側のレーザ干渉計187に対向する位置に設けられている。

[0135] レーザ干渉計182は、X移動鏡180に測長ビーム(レーザビーム)180aを照射するとともに、参照鏡188に参照ビーム(レーザビーム)188aを照射する。レーザ干渉計183は、参照鏡189に参照ビーム189a、189bを照射する。レーザ干渉計184は、X移動鏡180に測長ビーム180b、180cを照射するとともに、参照鏡190に参照ビーム190a、190bを照射する。照射した測長ビーム及び参照ビームに基づくX移動鏡180及び参照鏡188、190それぞれからの反射光はレーザ干渉計182、184の受光部で受光され、レーザ干渉計182、184はこれら光を干渉し、参照ビームの光路長を基準とした測長ビームの光路長の変化量、ひいては、参照鏡188、190を基準としたX移動鏡180の位置(座標)を計測する。レーザ干渉計182、184の計測結果は制御装置CONT2に出力され、制御装置CONT2はレーザ干渉計182、184の計測結果に基づいて基板ホルダ130(基板ステージPST)のX軸方向における位置を求める。

[0136] また、レーザ干渉計185は、Y移動鏡181に測長ビーム181aを照射するとともに、参照鏡191に参照ビーム191aを照射する。レーザ干渉計186は、Y移動鏡181に測長ビーム181b、181cを照射するとともに、参照鏡192に参照ビーム192a、192bを照射する。レーザ干渉計187は、Y移動鏡181に測長ビーム181dを照射するとともに、参照鏡193に参照ビーム193aを照射する。照射した測長ビーム及び参照ビームに基づくY移動鏡181及び参照鏡191、192、193それぞれからの反射光はレーザ干渉計185、186、187の受光部で受光され、レーザ干渉計185、186、187はこれら光を干渉し、参照ビームの光路長を基準とした測長ビームの光路長の変化量、ひいては、参照鏡191、192、193を基準としたY移動鏡181の位置(座標)を計測する。レーザ干渉計185、186、187の計測結果は制御装置CONT2に出力され、制御装置CONT2はレーザ干渉計185、186、187の計測結果に基づいて基板ホ

ルダ130(基板ステージPST)のY軸方向における位置を求める。

- [0137] また、制御装置CONT2は、移動鏡180に照射されたY軸方向に並ぶ測長ビーム180a、180b(180c)の計測結果に基づいて、基板ホルダ130の θ Z方向における姿勢を求めることができる。更に、X軸方向に3つのレーザ干渉計185、186、187が並んでいることにより、基板ホルダ130のY軸方向における位置を計測する際に、走査移動する基板ホルダ130のX軸方向における位置に応じて使用するレーザ干渉計を切り替えて位置検出することもできる。
- [0138] ここで、レーザ干渉計183は、参照鏡189に対してZ軸方向に並ぶ2つの参照ビーム189a、189bを照射する。レーザ干渉計183の計測結果は制御装置CONT2に出力され、制御装置CONT2は、参照ビーム189a及び189bそれぞれの光路長測定結果に基づいて、定盤101に支持されている投影光学モジュールPLa～PLgの θ Y方向における姿勢を求めることができる。また、制御装置CONT2は、Y軸方向に並ぶ、例えば参照ビーム188a及び190a(190b)それぞれの光路長測定結果に基づいて、定盤101に支持された投影光学モジュールPLa～PLgの θ Z方向における姿勢を求めることができる。
- [0139] マスクホルダ120と同様、制御装置CONT2は、定盤101の姿勢計測結果に基づいて、基板ホルダ130の姿勢を、基板ステージ駆動装置PSTDを介して制御し、定盤101に支持されている投影光学モジュールPLa～PLgと基板ホルダ130(及びこの基板ホルダ130に保持されている感光基板P)との相対位置を維持する。
- [0140] 上述した構成を有する露光装置EXを組み立てる際には、投影光学モジュールPLa～PLgを定盤101に取り付ける前に、投影光学モジュールPLa～PLgそれぞれの光学特性調整が上記調整装置150、153、154、155、158により調整される。そして、投影光学モジュールPLa～PLgの光学特性調整が終わったら、投影光学モジュールPLa～PLgのそれぞれが定盤101の基準位置に対して位置決めされつつ定盤101に取り付けられる。
- [0141] 露光処理を行う際には、マスクホルダ120にマスクMがロードされるとともに、基板ホルダ130に感光基板Pがロードされる。制御装置CONT2は、マスクMを保持したマスクホルダ120と、感光基板Pを保持した基板ホルダ130とをX軸方向に同期移動し

つつ、マスクMを照明光学系ILにより露光光ELで照明する。

- [0142] マスクホルダ120及び基板ホルダ130の移動により、コラム100に歪み変形が生じる場合がある。しかしながら、投影光学モジュールPLa～PLgは1つの定盤101により支持されているので、投影光学モジュールPLa～PLgに対するコラム100の変形の影響は、コラム100にキネマティックに支持されている定盤101により小さく抑えることができる。また、投影光学モジュールPLa～PLgのそれぞれは1つの定盤101により支持されているので、互いの相対位置の変化を小さく抑えることができる。
- [0143] また、定盤101はコラム100に対して支持部102によりキネマティックに支持されているので、コラム100や定盤101自体が仮に熱変形しても、キネマティック支持構造がこの変形分をほとんど吸収するため、投影光学系PLの結像特性に与える影響を小さく抑えることができる。
- [0144] 以上説明したように、複数並んだ投影光学モジュールPLa～PLgを1つの定盤101で支持したことにより、マスクホルダ120や基板ホルダ130の移動などによりコラム100が歪み変形を生じたとしても、投影光学モジュールPLa～PLgに対するこのコラム100の歪み変形の影響を、定盤101により小さく抑えることができる。そして、複数の投影光学モジュールPLa～PLgは1つの定盤101により支持されているので、コラム100に歪み変形が生じて、投影光学モジュールPLa～PLgどうしの相対位置の変化を小さく抑えることができる。従って、投影光学モジュールPLa～PLgの結像特性の変動を小さく抑えることができる。
- [0145] また、センサCにより第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとの相対的な4つの距離を測定し、その測定結果に基づいて第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとの相対的な変位量、即ちキネマティック支持構造を構成する支持部等により抑制することができない第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとの相対位置の変化量を検出することができる。また、その検出結果に基づいてマスクのパターンの感光基板上における投影位置を補正装置により補正することができるため、第1投影光学ユニットの投影位置と第2投影光学ユニットの投影位置とのずれを補正することができる。従って、第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとを載置している定盤またはコラムの変形等により投影位置のずれが生じた場合においても、その投影位置

のずれを補正することができるため、第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとの継ぎ部を正確に一致させることができ、高精度に露光を行うことができる。

[0146] また、本実施形態においては、センサCを投影光学モジュールPLa及びPLb側(−Y方向側)に配置しているが、投影光学モジュールPLf及びPLg側(+Y方向側)に配置してもよい。また、センサCを定盤101の下側(−Z方向側)に配置しているが、定盤101の上側(+Z方向側)に配置してもよい。また、図41に示すように、第1投影光学ユニット及び第2投影光学ユニットが載置されている定盤101、例えば定盤101の開口部101Aの近傍にセンサC1を配置してもよい。この場合には、制御装置CONT2は、センサC1の測定結果に基づいて、第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとの相対的な変位量を検出する。

[0147] また、本実施形態においては、X方向における2つの距離X1, X2及びY方向における2つの距離Y1, Y2を測定するようにセンサCを構成しているが、X方向及びY方向のいずれか一方における1つ以上の距離を測定するように構成してもよい。

[0148] また、本実施形態においては、制御装置CONT2がX方向における2つの距離X1, X2に基づいて第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとの相対的な並進量、Y方向における2つの距離Y1, Y2に基づいて第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとの相対的な姿勢差を検出しているが、X方向における距離X1, X2及びY方向における距離Y1, Y2に基づいて第1投影光学ユニット及び第2投影光学ユニットの傾斜量の差を検出するようにしてもよい。この場合には、本実施形態にかかる投影光学系のように正立正像を形成する投影光学系を備えているため、露光時にマスクステージと基板ステージとが同一方向に走査することにより、第1投影光学ユニット及び第2投影光学ユニットが傾斜した場合においても、第1投影光学ユニット及び第2投影光学ユニットの傾斜量の差を測定することができるため、測定結果に基づいて第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットの投影位置のずれを補正することができる。

[0149] また、本実施形態においては、第1投影光学ユニット及び第2投影光学ユニットの傾斜量を直接測定しているが、第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとでその光学素子群を一体として、光学定盤自体の変形量を測定してもよい。例えば、Y方向

に離れた2箇所のZ方向の変位を測定して、その測定結果に基づいてY方向における傾きを求めるようにしてもよい。

[0150] また、本実施形態においては、センサCにより第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとの相対的な距離を測定しているが、第1投影光学ユニットを構成する投影光学モジュールPLa, PLc, PLe, PLgと、これらに対向して設けられている第2投影光学ユニットを構成する投影光学モジュールPLb, PLd, PLfとの相対的な距離を測定してもよい。即ち、投影光学モジュールPLaとPLb、PLbとPLc、PLcとPLd、PLdとPLe、PLeとPLf、PLfとPLgとの相対的な距離を測定できるようにセンサを構成する。この場合には、制御装置CONT2がセンサによる測定結果に基づいて投影光学モジュールPLa～PLgの個々の投影位置のずれを検出し、投影光学モジュールPLa～PLgのそれぞれが備える、前述の補正装置(光学特性調整装置)としての光学調整機構(即ち、シフト調整機構、ローテーション調整機構、スケーリング調整機構、像面調整機構の少なくとも1つ)により個々の投影位置のずれを補正することができるため、第1投影光学ユニットの投影位置と第2投影光学ユニットの投影位置とのずれをより高精度に補正することができる。

[0151] 更に、投影光学モジュールPLaとPLb、PLbとPLc、PLcとPLd、PLdとPLe、PLeとPLf、PLfとPLgとの継ぎ部における相対的な距離を測定できるようにセンサを構成してもよい。この場合には、制御装置CONT2がセンサにより測定結果に基づいて、各投影光学モジュールPLa～PLgの投影位置の個々の継ぎ部のずれを直接検出することができるため、投影光学モジュールPLa～PLgのそれぞれが備える前述の光学調整機構により個別に投影位置の継ぎ部のずれを的確に補正することができ、第1投影光学ユニットの投影位置と第2投影光学ユニットの投影位置とのずれをより高精度に補正することができる。

[0152] また、本実施形態においては、制御装置CONT2がセンサCにより計測された4つの距離X1, X2, Y1, Y2に基づいて第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとの相対的な変位量を検出しているが、センサCを備えないで、例えば、図40に示すマスクホルダ120の-X側に設けられているレーザ干渉計(2つの変形量測定装置または計測装置)172, 173から定盤101上に設けられている参照鏡175, 176に照射

した参照ビーム175a, 175b, 176a, 176bの光路長測定結果に基づいて定盤101の変形量を測定し、測定された変形量に基づいて制御装置(算出装置)CONT2が第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとの相対的な変位量を算出するようにしてもよい。

- [0153] 例えば、図38aに示すように、定盤101が破線で示す形状から実線で示す形状に変形した場合、参照ビーム175aの光路長は参照ビーム175bの光路長より長くなり、参照ビーム176aの光路長は参照ビーム176bの光路長より長くなる。また、例えば、図38bに示すように、定盤101が破線で示す形状から実線で示す形状に変形した場合、参照ビーム175aの光路長は参照ビーム175bの光路長より短くなり、参照ビーム176aの光路長は参照ビーム176bの光路長より長くなる。このように、参照ビーム175a, 175b, 176a, 176bの光路長測定結果に基づいて定盤101のX方向及びY方向における変形量を検出することができ、この変形量に基づく第1投影光学ユニットによる投影像と第2投影光学ユニットによる投影像との位置ずれ量、即ちX方向及びY方向における相対的な変位量を算出することができる。

- [0154] 具体的には、参照ビーム175a, 175b, 176a, 176bの光路長測定結果に基づくX方向及びY方向における相対的な変位量に基づいて、第1投影光学ユニットによる投影像と第2投影光学ユニットによる投影像とのX方向における位置ずれ量(補正量)X1、及び第1投影光学ユニットによる投影像と第2投影光学ユニットによる投影像とのY方向における位置ずれ量(補正量)Y1を、数式1により算出することができる。

(数式1)

$$\begin{aligned} X1 &= k1\{(IMXTR2-IMXTR1)-(IMXTL2-IMXTL1)\} \\ &\quad + k2\{(IMXTR2-IMXTR1)+(IMXTL2-IMXTL1)\} \\ Y1 &= k3\{(IMXTR2-IMXTR1)-(IMXTL2-IMXTL1)\} \\ &\quad + k4\{(IMXTR2-IMXTR1)+(IMXTL2-IMXTL1)\} \end{aligned}$$

- [0155] ここで、k1及びk2は、参照ビーム175a, 175b, 176a, 176bの光路長測定結果から、第1投影光学ユニットにより感光基板P上に形成される投影像の位置と、第2投影光学ユニットにより感光基板P上に形成される投影像の位置とのX方向における位置ずれ量(補正量)X1を算出するための係数である。また、k3及びk4は、参照ビーム1

75a, 175b, 176a, 176bの光路長測定結果から、第1投影光学ユニットにより感光基板P上に形成される投影像の位置と、第2投影光学ユニットにより感光基板P上に形成される投影像の位置とのY方向における位置ずれ量(補正量)Y1を算出するための係数である。また、IMXTR2は参照ビーム176aの光路長、IMXTR1は参照ビーム176bの光路長、IMXTL2は参照ビーム175aの光路長、IMXTL1は参照ビーム175bの光路長を示している。

[0156] 数式1により算出された補正量に基づいて、各投影光学モジュールPLa～PLgが備える前述の光学調整機構により、第1投影光学ユニットの投影位置と第2投影光学ユニットの投影位置の補正、または、第1投影光学ユニットにより投影される第1の投影位置及び第2投影光学ユニットにより投影される第2の投影位置の少なくとも一方の補正を行う。ここで、投影位置とは、X方向(走査方向)における位置、Y方向(走査方向と直交する方向)における位置及び投影光学系PLの光軸方向を軸とする回転方向における位置の少なくとも1つを示している。

[0157] この場合においては、レーザ干渉計172, 173による計測結果に基づいて、第1投影光学系ユニットと第2投影光学ユニットとの相対的な変位量を算出するため、高価なセンサを搭載する必要がなく、第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとの変位量を容易に検出することができる。また、レーザ干渉計172, 173により検出することができる定盤101(投影光学系PL)とコラム100との間の相対的な変形量と、コラム100が変形することにより変形する定盤101の変形量とは相似関係にあるため、レーザ干渉計172, 173により定盤101(投影光学系PL)とコラム100との間の相対的な変形量を正確に計測することにより、定盤101(投影光学系PL)の変形量を正確に計測することができ、高精度な補正を行うことができる。

[0158] また、本実施形態においては、前述の補正装置(シフト調整機構、ローテーション調整機構、スケーリング調整機構及び像面調整機構の少なくとも1つ)により、第1投影光学ユニットの投影位置と第2投影光学ユニットの投影位置とのずれを補正しているが、補正装置としてマスクMが載置されているマスクステージMST及び感光基板Pが載置されている基板ステージPSTのうちの少なくとも一方の姿勢を制御することにより、第1投影光学ユニットの投影位置と第2投影光学ユニットの投影位置とのずれを

補正するステージ制御装置を用いてもよい。即ち、マスクステージMSTまたは基板ステージPSTの位置を調整することにより、第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットの投影位置のずれを補正することが可能となる。

- [0159] なお、第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとの相対位置が変化した際、例えば、第1投影光学ユニットの光軸に対して第2投影光学ユニットの光軸が斜めになるように傾斜した際には、感光基板上に投影される投影領域には、傾斜量に応じた位置シフトが発生し、シフト調整機構等により補正されることになる。しかしながら、投影するためのマスクのパターン領域も同時にシフトすることも予測される。その際には、第1投影光学ユニットを基準とした場合、第2投影光学ユニットのマスク及び感光基板と共役な位置である中間結像位置に設けられた不図示の視野絞りの位置を調整することにより、投影するためのマスクのパターン領域を調整するようにしてもよい。なお、その際には、センサCの出力値のみならず、調整された視野絞りの位置情報も加味して、第2投影光学ユニットの前述した光学調整機構により補正することで、感光基板上でのマスクのパターンの像位置を調整するようにしてもよい。

また、本実施形態ではセンサC又はレーザ干渉計172, 173を変位量測定装置として用いるものとしたが、必ずしも変位量測定装置を用いなくてもよい。即ち、例えばマスクステージMSTと基板ステージPSTの両方、又はいずれか一方における移動に関する情報(一例として、位置及び加速度の少なくとも一方を含む)に対応して、定盤101の変形(歪みなど)に関する情報、第1及び第2投影光学ユニットの相対的な位置関係(位置ずれ)に関する情報、もしくはその位置ずれの補正量を事前に求めておき、感光基板Pの露光動作中は、例えばレーザ干渉計システムによるマスクステージMSTや基板ステージPSTの移動に関する計測情報(またはその駆動に関する指令値)などに基づき、前述の補正装置により第1及び第2投影光学ユニットによる投影像の相対的な位置ずれを補正するようにしてもよい。

- [0160] また、投影位置の補正方法として、定盤101の変形をもとに戻す駆動機構や、第1投影光学ユニットまたは第2投影光学ユニットを変形させる駆動機構により相対的に補正してもよい。

- [0161] この第2の実施形態に係る露光装置によれば、変位量測定装置により第1投影光

学ユニットと第2投影光学ユニットとの相対的な変位量を測定し、その測定結果に基づいてマスクパターンの感光基板上における投影位置を補正装置により補正するため、第1投影光学ユニットの投影位置と第2投影光学ユニットの投影位置とのずれ(走査方向におけるずれ、走査方向と交差する方向におけるずれ、及び投影光学系の光軸方向を軸とする回転方向におけるずれ)を補正することができる。従って、第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとを載置している部材の変形等により投影位置のずれが生じた場合においても、その投影位置のずれを補正することができるため、第1投影光学ユニットと第2投影光学ユニットとの継ぎ部を正確に一致させることができ、高精度に露光を行うことができる。

[0162] [デバイス製造方法]

上述の各実施形態に係る露光装置を用いて、マスク又はレチクルに形成された転写用のパターン、又は可変成形マスクにより生成された転写用のパターンを、感光性基板(半導体ウエハ等)に露光転写する露光工程を実施することにより、マイクロデバイス(半導体素子、撮像素子(CCD等)、薄膜磁気ヘッド、液晶表示素子等)を製造することができる。

[0163] 以下、上述の各実施形態に係る露光装置を用いて、半導体ウエハに所定の回路パターンを形成することによって、マイクロデバイスとしての半導体デバイスを得る際の手法の一例につき、図43のフローチャートを参照して説明する。先ず、図43のステップS301において、1ロットのウエハ上に金属膜が蒸着される。次のステップS302において、その1ロットのウエハの金属膜上にフォトリジストが塗布される。その後、ステップS303において、上述の第1又は第2実施形態の露光装置を用いて、マスク上のパターン又は可変成形マスクにより生成されたパターンの像が投影光学系を介して、その1ロットのウエハ上の各ショット領域に順次露光転写される。

[0164] その後、ステップS304において、その1ロットのウエハ上のフォトリジストの現像が行われた後、ステップS305において、その1ロットのウエハ上でレジストパターンをマスクとしてエッチングを行うことによって、マスク上のパターンに対応する回路パターンが、各ウエハ上の各ショット領域に形成される。その後、更に上のレイヤの回路パターンの形成等を行うことによって、半導体素子等のデバイスが製造される。上述の半導

体デバイス製造方法によれば、投影光学系の投影位置のずれを正確に補正することができるため、高精度な露光処理を行うことができ、高精度な半導体デバイスを製造することができる。

[0165] また、上述の各実施形態の露光装置では、プレート(ガラス基板)上に所定のパターン(回路パターン、電極パターン等)を形成することによって、マイクロデバイスとしての液晶表示素子を得ることもできる。以下、図44のフローチャートを参照して、このときの手法の一例につき説明する。図44において、パターン形成工程S401では、上述の第1又は第2実施形態の露光装置を用いてマスク上のパターン又は可変成形マスクにより生成されたパターンの像を、感光性基板(レジストが塗布されたガラス基板等)に転写露光する、所謂光リソグラフィ工程が実行される。この光リソグラフィ工程によって、感光性基板上には多数の電極等を含む所定パターンが形成される。その後、露光された基板は、現像工程、エッチング工程、レジスト剥離工程等の各工程を経ることによって、基板上に所定のパターンが形成され、次のカラーフィルター形成工程S402へ移行する。

[0166] 次に、カラーフィルター形成工程S402では、R(Red)、G(Green)、B(Blue)に対応した3つのドットの組がマトリックス状に多数配列されたり、またはR、G、Bの3本のストライプのフィルターの組を複数水平走査線方向に配列したカラーフィルターを形成する。そして、カラーフィルター形成工程S402の後に、セル組み立て工程S403が実行される。セル組み立て工程S403では、例えば、パターン形成工程S401にて得られた所定パターンを有する基板と、カラーフィルター形成工程S402にて得られたカラーフィルターとの間に液晶を注入して、液晶パネル(液晶セル)を製造する。その後、モジュール組み立て工程S404にて、組み立てられた液晶パネル(液晶セル)の表示動作を行わせる電気回路、バックライト等の各部品を取り付けて液晶表示素子として完成させる。上述の液晶表示素子の製造方法によれば、投影光学系の投影位置のずれを正確に補正することができるため、高精度な露光処理を行うことができ、高精度な液晶表示素子を製造することができる。

[0167] [その他]

ところで、感光基板の大型化が進み、それに伴い基板ステージの大型化、基板ステ

ージの重量が増える傾向にある。従って、基板ステージが移動する際に荷重移動が大きくなり、基板ステージの移動に伴う荷重移動に対応するために装置本体の剛性が要求されており、装置本体も大型化及び重量化している。しかしながら、装置本体の高剛性化を図ったとしても基板ステージの移動に伴う露光装置の振動(又は偏荷重)を完全に抑えることは難しい。これに対し、本発明が適用された露光装置は、装置が振動することにより光学ユニットが振動した場合においても、光学ユニットの振動による光学性能の変動を有効に補正することができるので、露光精度を向上することができる。また、装置振動に対する許容値が大きくなるため、装置本体の剛性をそれ程高くする必要もなくなり、露光装置の小型化、軽量化を図ることも可能である。本発明は、外径が500mmよりも大きい感光基板、つまり一辺もしくは対角線が500mmよりも大きい感光基板に対して露光する露光装置に特に有効である。

[0168] また、本発明の露光装置は、高精細のパターンを露光する際にも有効である。また、本発明の露光装置は、より広いデバイスパターンを製造する露光装置として、投影光学系の数を増やした場合での継ぎ部の増大、及び各投影光学系の画角を大きくして各投影光学系の投影領域を広げた際の投影光学系の中心から離れた周辺部における像歪み、倍率変動の増大により継ぎ精度の向上が要求される場合においても有効である。

[0169] なお、以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするために記載されたものであって、本発明を限定するために記載されたものではない。従って、上記の実施形態に開示された各要素は、本発明の技術的範囲に属する全ての設計変更や均等物をも含む趣旨である。

例えば、上述した各実施形態では、複数の光学ユニット(上記第1実施形態では露光光学系、上記第2実施形態では投影光学モジュール)を1つの定盤(9又は101)で支持するものとしたが、複数の光学ユニットを異なるグループに分けてそれぞれ定盤で支持するボディ構造の露光装置に対して本発明を適用してもよい。また、上述した各実施形態では、それぞれ非走査方向(Y方向)に投影領域が配列される複数の光学ユニットからなる2組の露光ユニット群または投影光学ユニットを用いるものとしたが、その数は2組に限られるものでなく、1組あるいは3組以上でもよい。さらに、上述

した各実施形態における投影光学モジュール、及び上述した第2実施形態における照明光学系はそれぞれ上記開示された構成に限られるものでなく任意で構わない。また、上述した各実施形態では、複数の光学ユニットによる投影像（パターン像）の相対的な位置関係の変化に関する情報として、複数組の露光ユニット群または投影光学ユニットの相対的な位置関係（位置ずれ）を計測し、この計測情報に基づいて少なくとも1つのパターン像の位置を補正するものとした。しかしながら、その計測情報は、複数組の露光ユニット群または投影光学ユニットの相対的な位置ずれに限られるものでなく、その代わりに、あるいはそれと組み合わせて、露光ユニット群または投影光学ユニットの位置、光学ユニットの位置、及び複数の光学ユニットの相対的な位置関係の少なくとも1つを用いてもよい。さらに、上記計測情報として、例えば複数の光学ユニットが設けられる支持部材（定盤など）の変形に関する情報、及びステージ（上記第1実施形態では基板ステージ、上記第2実施形態ではマスクステージと基板ステージとの少なくとも一方）の移動に関する情報の少なくとも一方を用いてもよい。このとき、例えば変形情報と移動情報の少なくとも一方と、複数の光学ユニットによるパターン像の補正情報（パターン像の位置を補正すべき光学ユニット、及びその補正量など）とを対応付けた補正テーブルを用意しておくことが好ましい。そして、露光時に、計測装置による計測情報と補正テーブルとに基づいて、少なくとも1つのパターン像の位置を補正する。なお、上記変形情報は支持部材の歪み情報などを含み、上記移動情報はステージの位置及び加速度の少なくとも一方を含む。

また、上述した各実施形態ではステージ、定盤、鏡筒などの部材に、レーザ干渉計からのビームを反射する移動鏡や参照鏡を設けるものとしたが、それら部材の一部を鏡面加工してビームの反射面を形成してもよい。さらに、上述した各実施形態ではレーザ干渉計を用いてステージの位置計測を行うものとしたが、レーザ干渉計の代わりに、あるいはそれと組み合わせて、他の計測センサ、例えばエンコーダなどを用いてもよい。

[0170] なお、上述した各実施形態で用いた光源は例示であり、KrFエキシマレーザ（波長248nm）、ArFエキシマレーザ（波長193nm）、又はF₂レーザ（波長157nm）、その他の光源を用いることができる。また、レーザプラズマ光源、又はSORから発生する

軟X線領域、例えば波長13.4nm、又は11.5nmのEUV(Extreme Ultra Violet)光を用いるようにしてもよい。さらに、電子線又はイオンビームなどの荷電粒子線を用いてもよい。加えて、DFB半導体レーザ又はファイバーレーザから発振される赤外域、又は可視域の単一波長レーザを、例えばエルビウム(又はエルビウムとイットリビウムの両方)がドープされたファイバーアンプで増幅し、非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いてもよい。

- [0171] また、本発明が適用可能な露光装置としては、半導体素子、撮像素子、薄膜磁気ヘッド、液晶表示素子の製造に用いられるものに限られず、マイクロマシン、DNAチップ、マスク若しくはレチクル等を製造するための露光装置にも広く適用できる。
- [0172] 投影光学系(投影光学モジュール)の倍率は等倍系のみならず、縮小系及び拡大系のいずれでもよいとともに、反射光学系、屈折光学系、及び反射屈折光学系のいずれを用いてもよい。
- [0173] 基板ステージやマスクステージにリニアモータを用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型、及びローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらを用いてもよい。また、ステージは、ガイドに沿って移動するタイプでもよいし、ガイドを設けないガイドレスタイプでもよい。
- [0174] ステージの駆動装置として平面モータを用いる場合には、磁石ユニットと電機子ユニットのいずれか一方をステージに接続し、磁石ユニットと電機子ユニットの他方をステージの移動面側(ベース)に設ければよい。
- [0175] 基板ステージの移動により発生する反力は、特開平8-166475号公報(及び対応する米国特許5,528,118号)に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床(大地)に逃がしてもよい。また、マスクステージの移動により発生する反力は、特開平8-330224号公報(及び対応する米国特許6,188,195号)に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床(大地)に逃がしてもよい。さらに、例えば米国特許第6,969,966号に記載されているように、運動量保存則を利用してステージの移動時に発生する反力を相殺するカウンターマス方式を採用してもよい。なお、本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法令が許す限りにおいて、上記公報及び米国特許の開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

- [0176] 上述した各実施形態に係る露光装置は、各種サブシステムを所定の機械的精度、電氣的精度、光学的精度を保つように組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電氣的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。
- [0177] 本開示は、2005年1月25日に提出された日本国特許出願第2005-16843号、2005年2月18日に提出された日本国特許出願第2005-43103号、及び2005年8月17日に提出された日本国特許出願第2005-236940号に含まれた主題に関連し、その開示の全てはここに参照事項として明白に組み込まれる。

請求の範囲

- [1] 複数の光学ユニットを有する光学系を介して投影されるパターンの像を物体上に露光転写する露光装置であって、
前記複数の光学ユニットの変動を補償するように、該複数の光学ユニットによって前記物体上に投影される複数の像のうち、少なくとも1つの像の位置を補正する補正装置を備える露光装置。
- [2] 前記補正装置は、前記複数の光学ユニットの全体の変動、もしくは前記複数の光学ユニット間の相互の変動を補償するように、前記少なくとも1つの像の位置を補正する請求項1記載の露光装置。
- [3] 前記物体を載置するステージを更に備え、前記ステージによって前記光学系と前記物体とを相対移動させて、前記物体上に前記パターンの像を露光するとともに、前記補正装置は、前記複数の像の相対的な位置変化に関する情報に基づいて前記少なくとも1つの像の位置を補正する請求項1又は請求項2記載の露光装置。
- [4] 前記情報を計測する計測装置を更に備え、前記補正装置は、前記計測された情報に基づいて前記少なくとも1つの像の位置を補正する請求項3記載の露光装置。
- [5] 前記計測された情報は、前記複数の光学ユニットの位置または相対的な位置関係に関する情報を含む請求項4記載の露光装置。
- [6] 前記計測された情報は、前記複数の光学ユニットが設けられる本体部の変形に関する情報と、前記ステージの移動に関する情報との少なくとも一方を含む請求項4記載の露光装置。
- [7] 前記補正装置は、前記複数の像の相対的な位置変化の補正情報を格納し、該補正情報に基づいて前記少なくとも1つの像の位置を補正する請求項3記載の露光装置。
- [8] 前記補正情報は、前記ステージの移動に関する情報と対応付けられている請求項7記載の露光装置。
- [9] 前記パターンの像の形成に用いられる空間光変調器を含む可変成形マスクと、該可変成形マスクに光ビームを照射する照明系と、を更に備え、前記可変成形マスクからの光ビームと前記物体との相対移動に応じて前記空間光変調器を制御すること

により前記物体上に前記パターンの像を露光する請求項1乃至請求項3の何れか一項に記載の露光装置。

[10] 前記補正装置は、前記可変成形マスクと前記光学系との少なくとも一方によって前記少なくとも1つの像の位置を補正する請求項9記載の露光装置。

[11] 前記補正装置は、前記空間光変調器の制御によって前記少なくとも1つの像の位置を補正する請求項10記載の露光装置。

[12] 前記空間光変調器は、前記複数の光学ユニットにそれぞれ対応して設けられ、前記補正装置は、前記複数の空間光変調器の制御によって前記複数の像の位置を個別に補正可能である請求項10又は請求項11記載の露光装置。

[13] 前記複数の光学ユニットの少なくとも1つは、前記物体上に投影する像の位置を補正する補正光学系を有し、前記補正装置は、前記補正光学系によって前記少なくとも1つの像の位置を補正する請求項9乃至請求項12に記載の露光装置。

[14] 前記パターンの像の形成に用いられる可変成形マスクを更に備え、前記光学系と前記物体との相対移動に応じて前記可変成形マスクを制御することにより前記物体上に前記パターンの像を露光する請求項1乃至請求項3の何れか一項に記載の露光装置。

[15] 前記補正装置は、前記可変成形マスクと前記光学系との少なくとも一方によって前記少なくとも1つの像の位置を補正する請求項14記載の露光装置。

[16] 前記補正装置は、前記可変成形マスクによって形成される前記複数の像の位置を、前記複数の光学ユニット毎に個別に補正するようにした請求項14又は請求項15記載の露光装置。

[17] 前記複数の光学ユニットの少なくとも1つは、前記物体上に投影する像の位置を補正する補正光学系を有し、前記補正装置は、前記補正光学系によって前記少なくとも1つの像の位置を補正する請求項14乃至請求項16に記載の露光装置。

[18] 前記補正装置により前記少なくとも1つの像の位置補正を行った際に、前記複数の光学ユニットを透過する露光量を調整するようにした請求項9乃至請求項17の何れか一項に記載の露光装置。

[19] 前記補正光学系は、前記像の回転、シフト、倍率及びフォーカス位置の少なくとも1

つを補正する機構を備える請求項13又は請求項17記載の露光装置。

- [20] 前記補正光学系は、前記複数の光学ユニットの解像度を調整するようにした請求項13、請求項17及び請求項19の何れか一項に記載の露光装置。
- [21] 前記補正装置は、前記可変成形マスク及び前記補正光学系の少なくとも一方をラフ補正装置、他方をファイン補正装置として、前記少なくとも1つの像の位置を補正する請求項13、請求項17、請求項19及び請求項20の何れか一項に記載の露光装置。
- [22] 前記複数の光学ユニットの位置または相対的な位置関係に関する情報を計測する計測装置を更に備え、前記補正装置は、前記計測された情報に基づいて前記少なくとも1つの像の位置を補正する請求項1乃至請求項3及び請求項9乃至請求項21の何れか一項に記載の露光装置。
- [23] 前記計測された情報は、前記複数の光学ユニットの姿勢、または前記複数の光学ユニット間の相対的な姿勢に関する情報を含む請求項22記載の露光装置。
- [24] 前記姿勢に関する情報は、前記複数の光学ユニットが設けられる本体部の変形に関する情報、または前記複数の光学ユニットに対する前記物体の相対位置に関する情報に基づいて求められる請求項23記載の露光装置。
- [25] 前記複数の光学ユニットによって前記物体上に投影される複数の像のうち、隣接する像は互いにその一部が重複するように形成される請求項1乃至請求項24の何れか一項に記載の露光装置。
- [26] 光源から照射された光ビームを画像データに応じて変調する第1の可変成形マスクを有する第1露光ユニットと、
光源から照射された光ビームを画像データに応じて変調する第2の可変成形マスクを有し、前記第1露光ユニットとは異なる第2露光ユニットと、
前記第1の可変成形マスク及び前記第2の可変成形マスクに対し、物体を載置したステージを相対的に走査することによって前記物体上に前記第1露光ユニット及び前記第2露光ユニットにより生成される像を露光転写する走査型の露光装置において、
前記ステージ上に、前記第1露光ユニット及び前記第2露光ユニットによりオーバーラップ露光が行なわれる領域における、前記第1露光ユニット及び前記第2露光ユニッ

トのビーム強度を測定するビーム強度計測系を備え、

前記ビーム強度計測系の計測結果に基づいて、前記第1露光ユニット及び前記第2露光ユニットの少なくとも一方の前記ビーム強度を調整するようにした露光装置。

- [27] 前記光学系と前記物体との相対移動によって前記物体上に前記パターンの像を露光し、前記複数の光学ユニットの一部を有する第1光学ユニットと、該第1光学ユニットと異なる光学ユニットを有する第2光学ユニットとは前記相対移動される走査方向に関して前記光学ユニットによる像の位置が異なるように配置され、

前記第1及び第2光学ユニットの相対的な変位量を測定する変位量測定装置を更に備え、前記補正装置は、前記測定された相対的な変位量に基づいて前記第1及び第2光学ユニットの少なくとも一方における前記像の位置を補正する請求項1乃至請求項3及び請求項9乃至請求項21の何れか一項に記載の露光装置。

- [28] 前記変位量測定装置は、前記第1及び第2光学ユニットの相対的な並進量及び姿勢差の少なくとも一方を測定する請求項27記載の露光装置。

- [29] 前記変位量測定装置は、前記走査方向、及び前記走査方向と交差する方向の少なくとも一方に関する前記第1及び第2光学ユニットの相対的な変位量を測定する請求項27又は請求項28記載の露光装置。

- [30] 前記光学系は、正立正像を形成する光学系であり、前記変位量測定装置は、前記第1及び第2光学ユニットの傾斜量の差を測定する請求項27乃至請求項29の何れか一項に記載の露光装置。

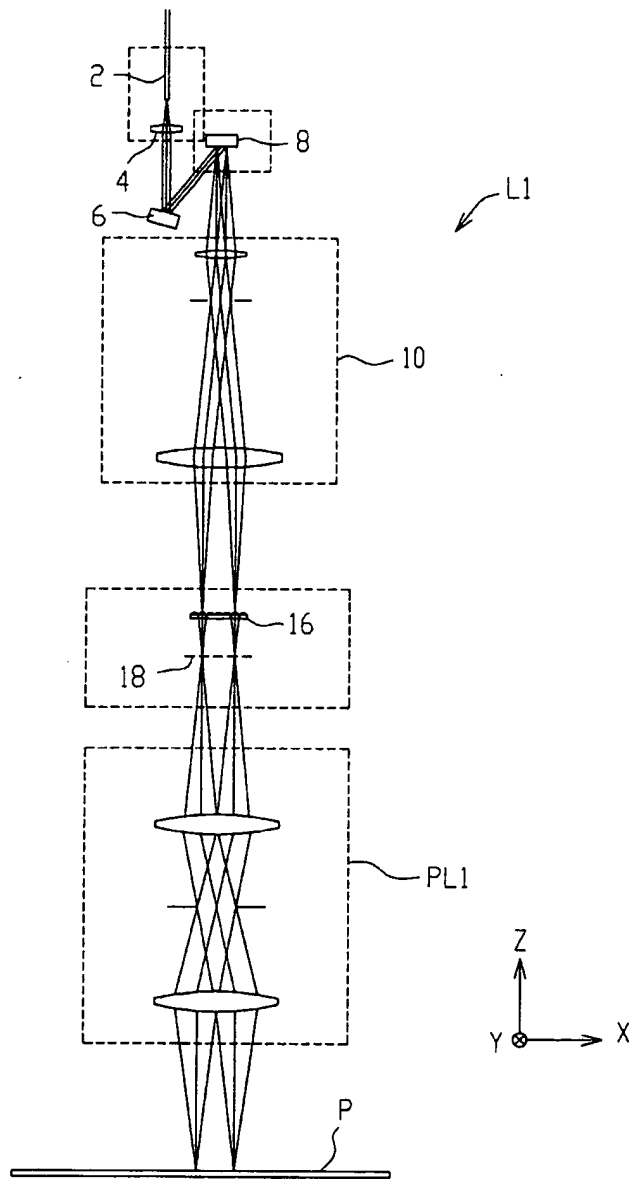
- [31] 前記光学系と前記物体との相対移動によって前記物体上に前記パターンの像を露光し、

前記複数の光学ユニットの一部を有する第1光学ユニットと、該第1光学ユニットと異なる光学ユニットを有する第2光学ユニットとが、前記相対移動される走査方向に関して前記光学ユニットによる像の位置が異なるように設けられる支持部材と、該支持部材の変形に関する情報を計測する計測装置と、を更に備え、

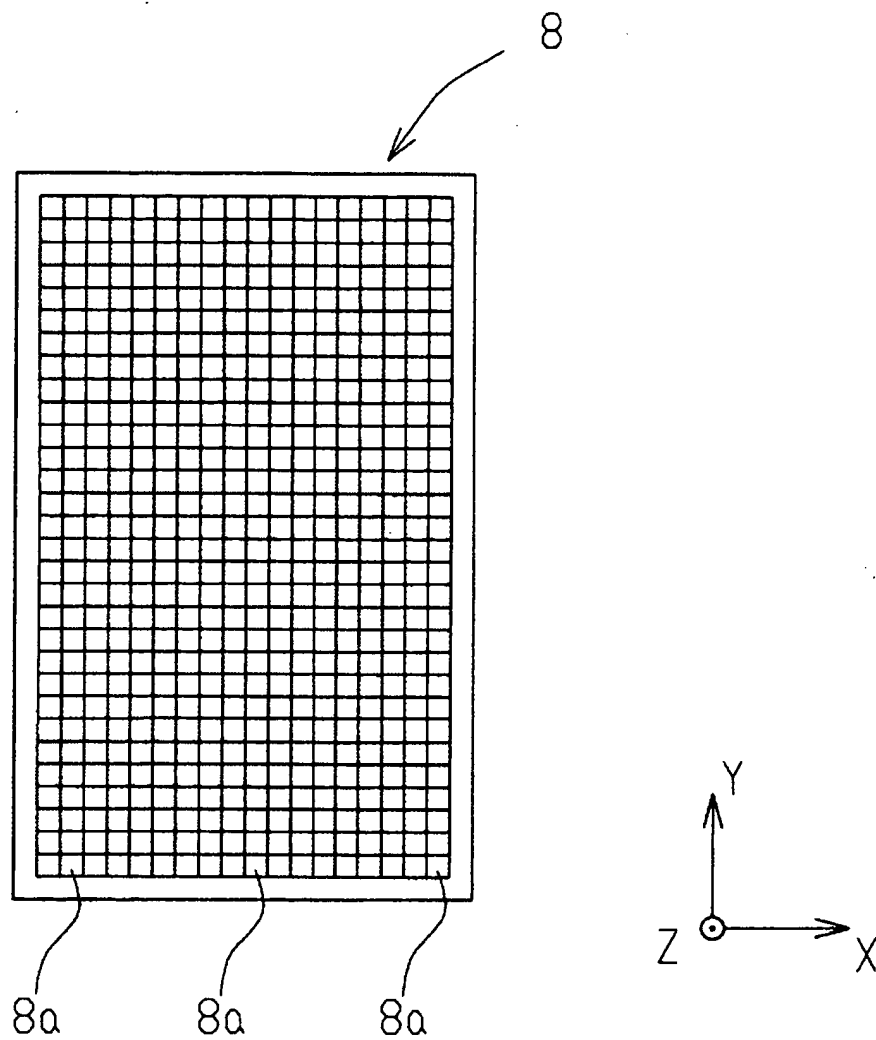
前記補正装置は、前記計測された変形に関する情報に基づいて前記第1及び第2光学ユニットの少なくとも一方における前記像の位置を補正する請求項1乃至請求項3及び請求項9乃至請求項21の何れか一項に記載の露光装置。

- [32] 前記補正装置は、前記計測された変形に関する情報に基づいて前記第1及び第2光学ユニットの相対的な変位量を算出し、前記像の位置補正では前記算出した相対的な変位量を用いる請求項31記載の露光装置。
- [33] 前記計測装置は、前記走査方向、及び前記走査方向と交差する方向の少なくとも一方に関する、前記支持部材の変形に関する情報を計測する請求項31又は請求項32記載の露光装置。
- [34] 前記補正装置は、前記物体の姿勢制御によって前記第1及び第2光学ユニットの少なくとも一方における前記像の位置を補正する請求項27乃至請求項33の何れか一項に記載の露光装置。
- [35] 前記物体は、外径が500mmよりも大きい感光基板である請求項1乃至請求項34の何れか一項に記載の露光装置。
- [36] 請求項1乃至請求項35の何れか一項に記載の露光装置を用いて前記パターンの像を前記物体上に露光転写する露光工程と、
前記露光工程により露光転写された前記物体上のパターンを現像する現像工程と、
を含むマイクロデバイスの製造方法。
- [37] 複数の光学ユニットを有する光学系を介して投影されるパターンの像を物体上に露光転写する露光方法であって、
前記複数の光学ユニットの変動を補償するように、該複数の光学ユニットによって前記物体上に投影される複数の像のうち、少なくとも1つの像の位置を補正しつつ、露光を行うようにした露光方法。

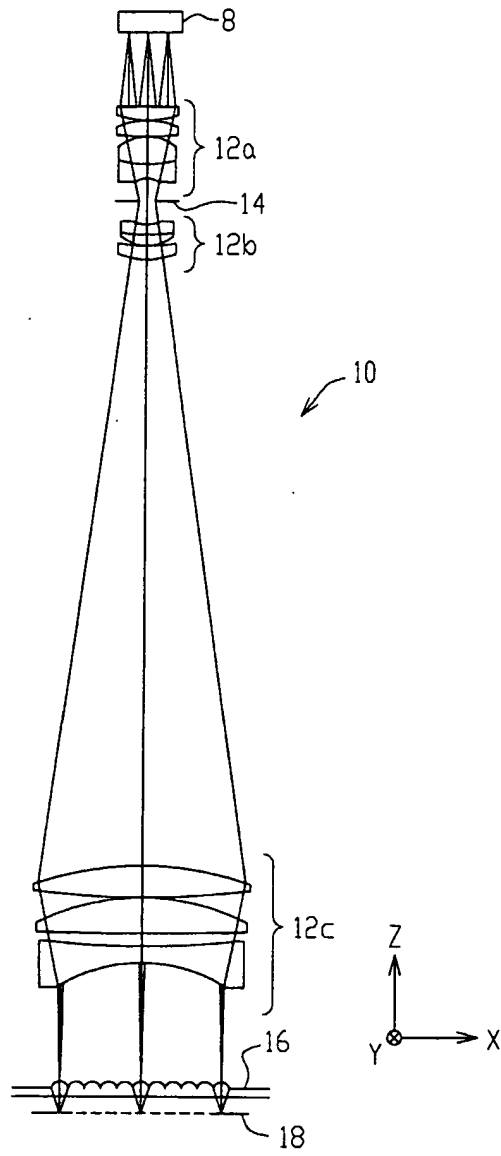
[図2]



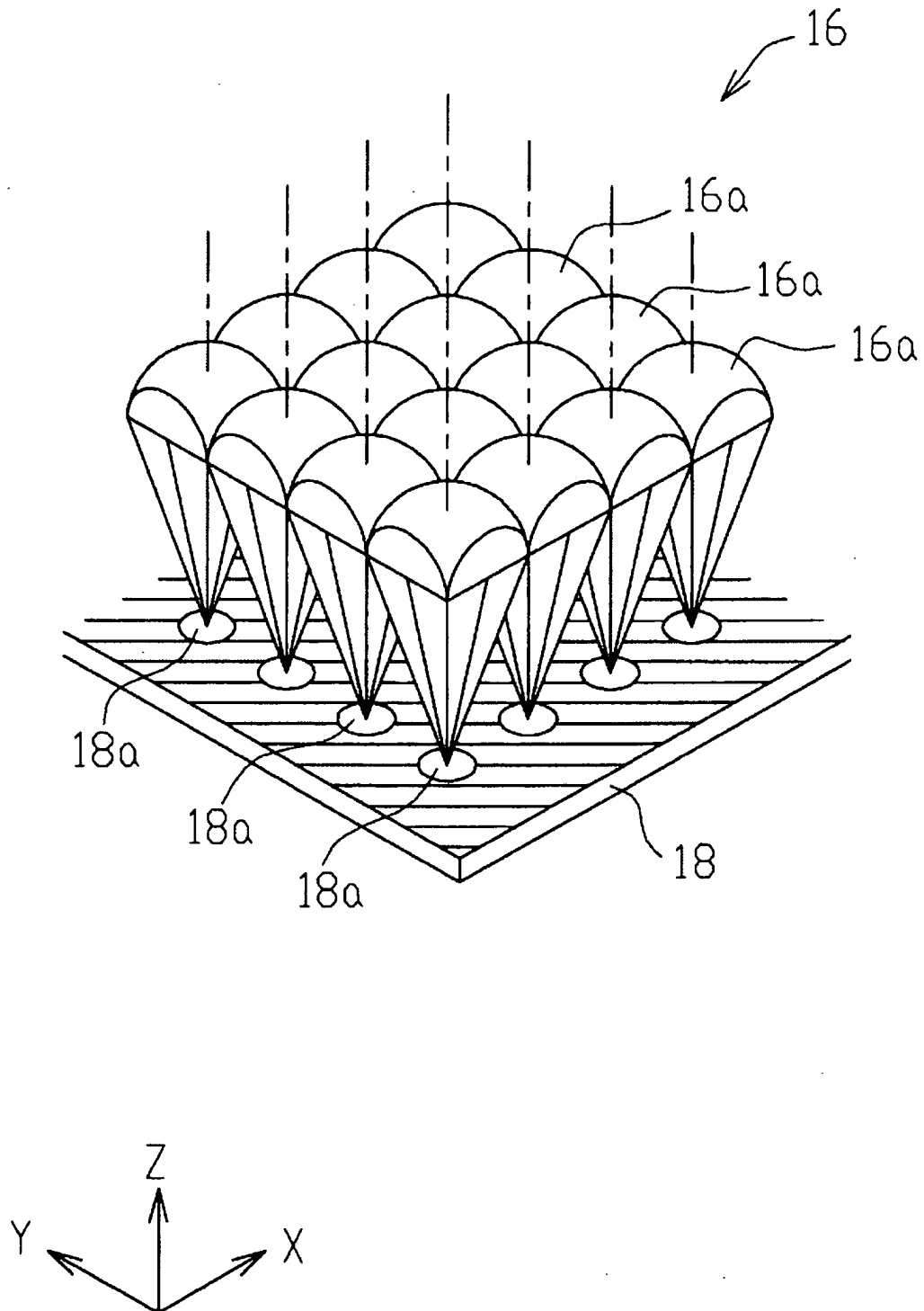
[図3]



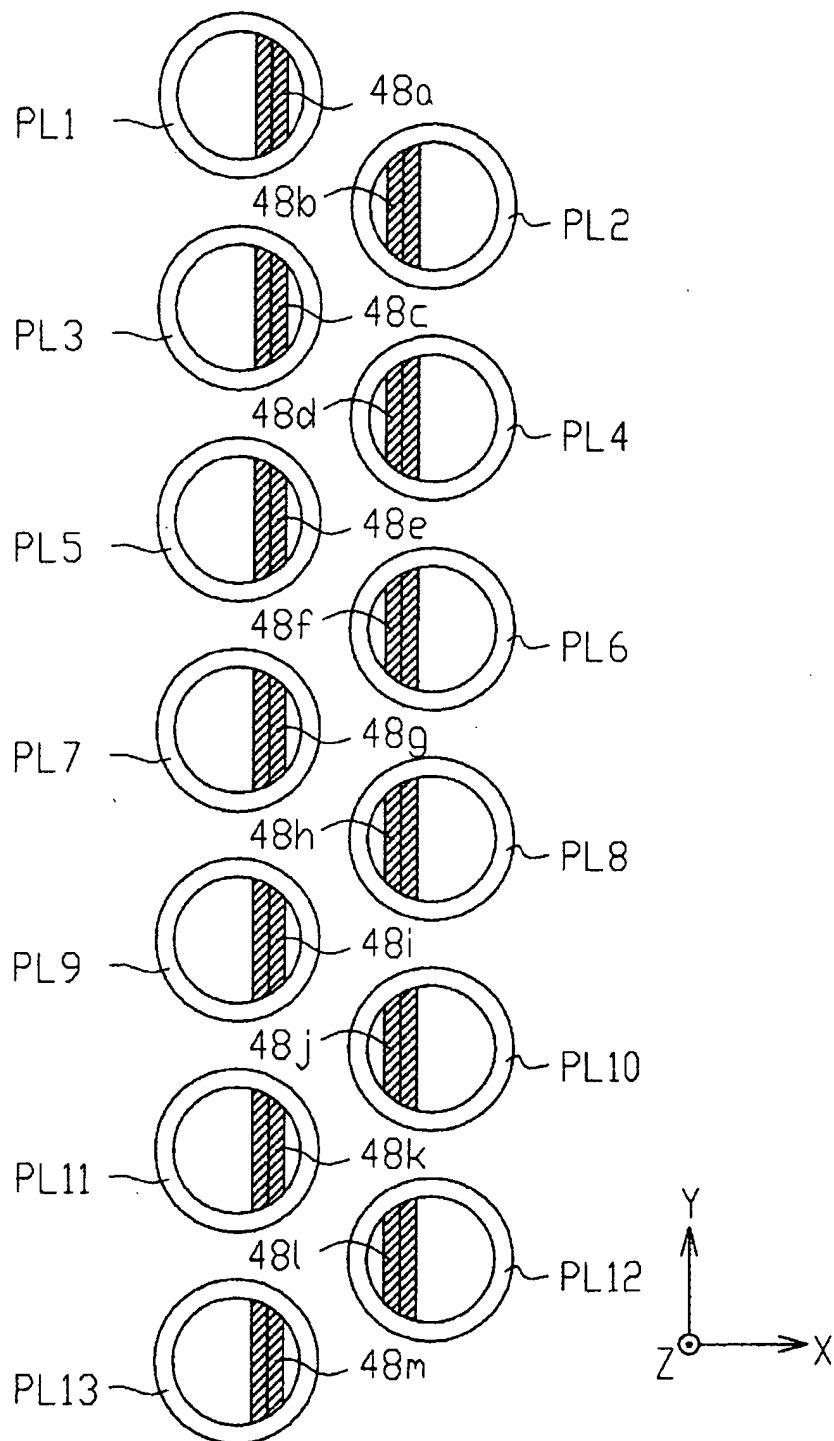
[図4]



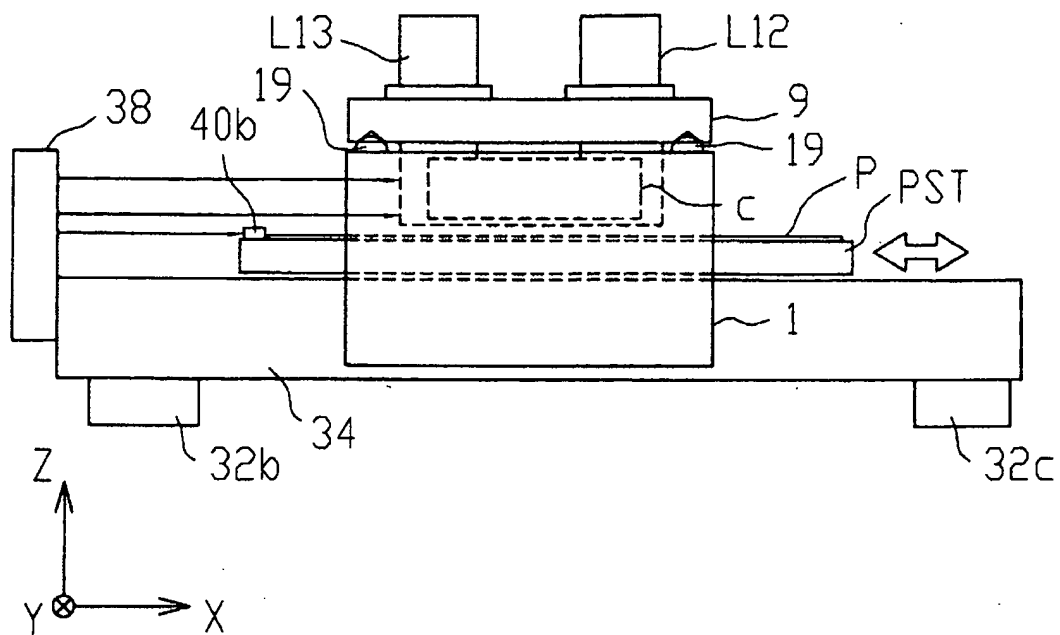
[図5]



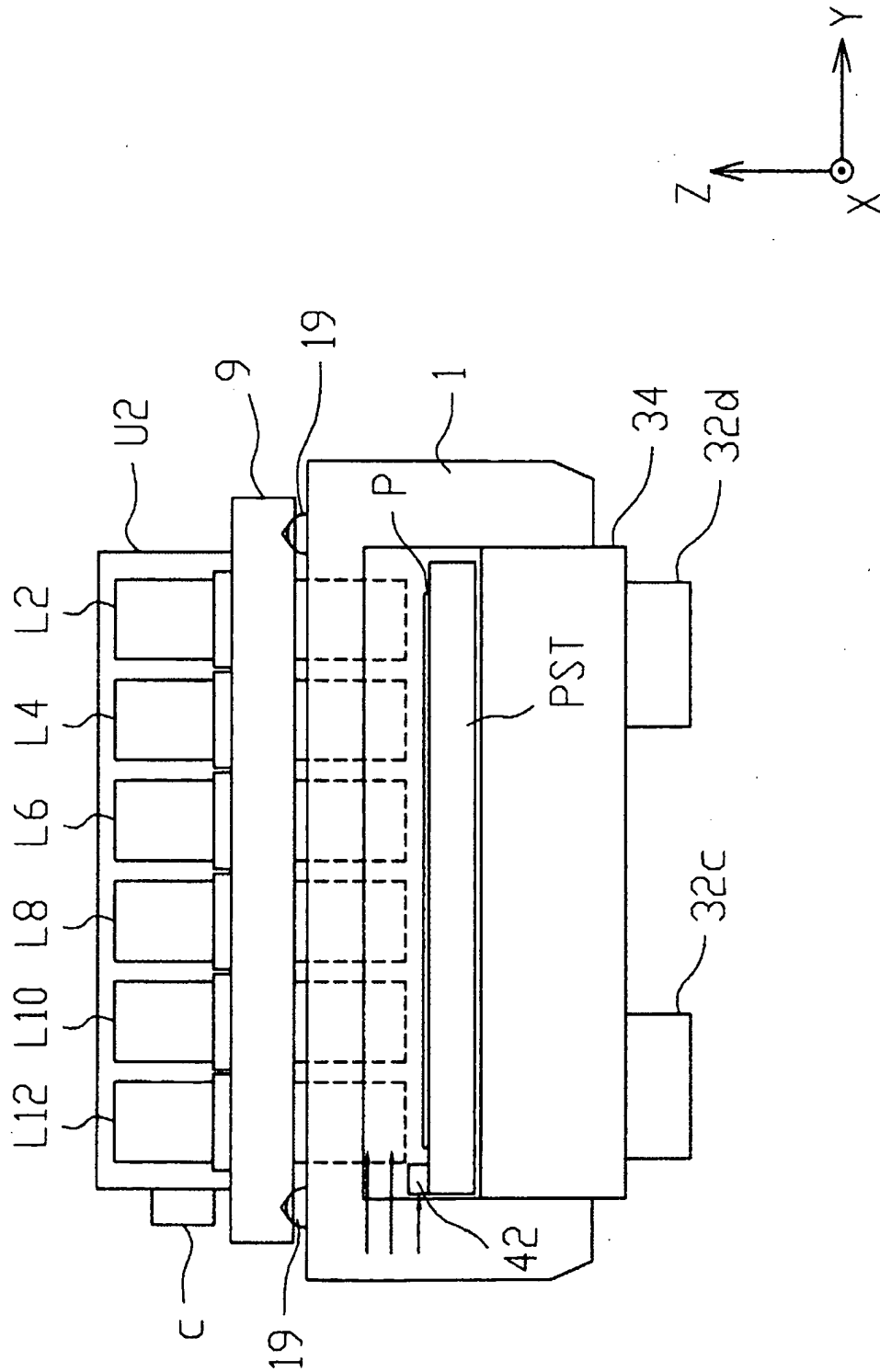
[図7]



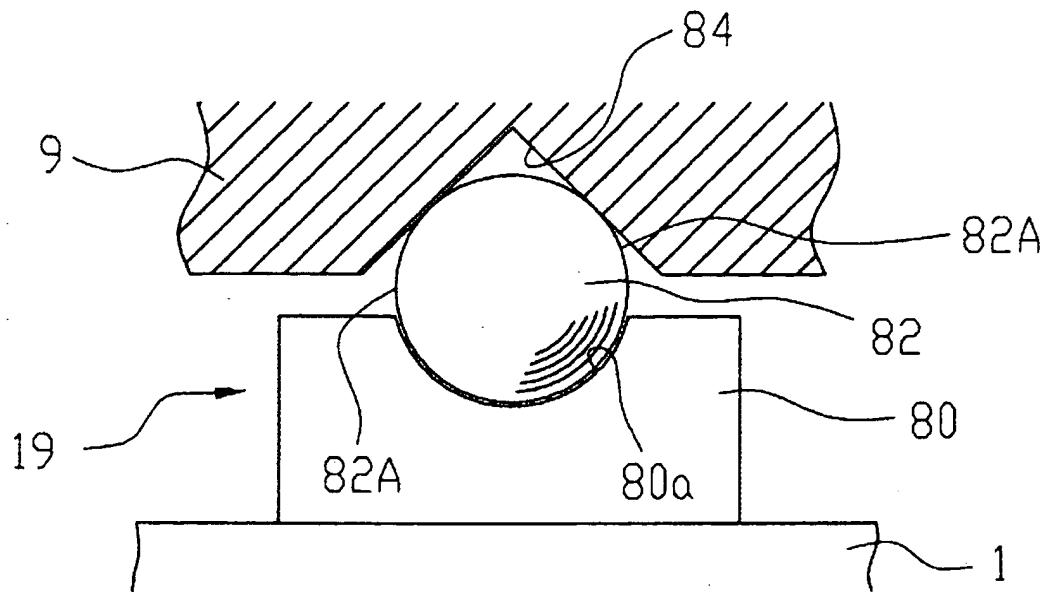
[図8]



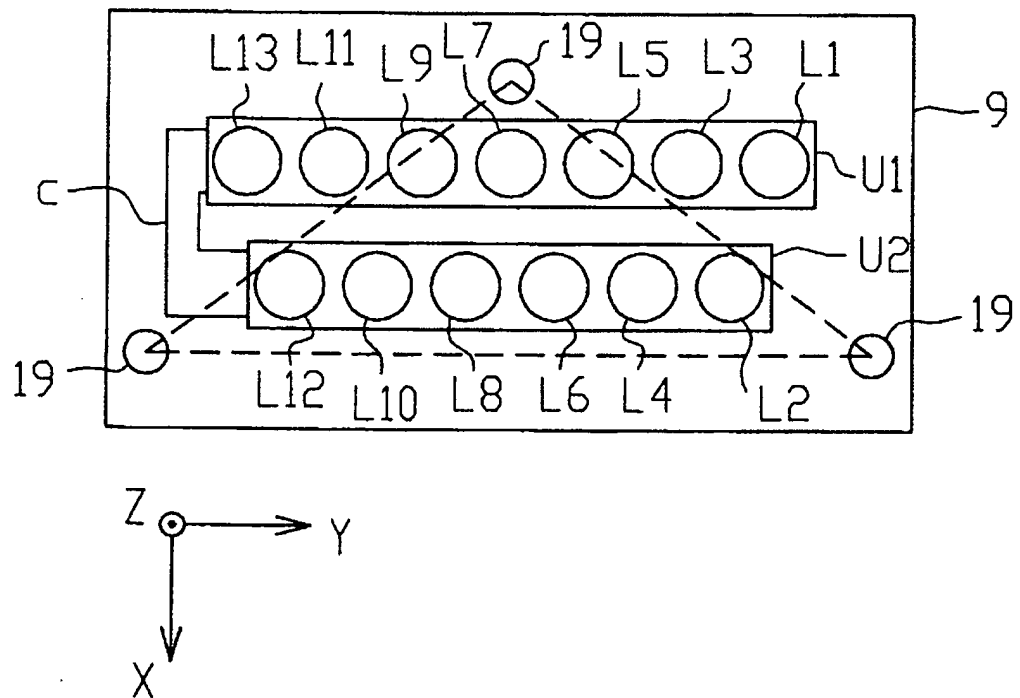
[図9]



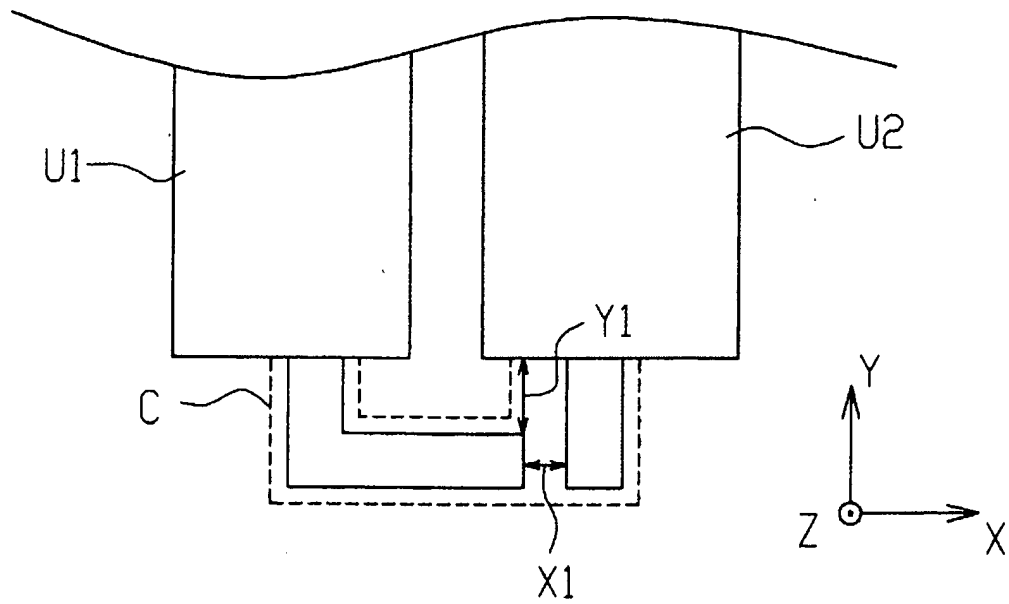
[図10]



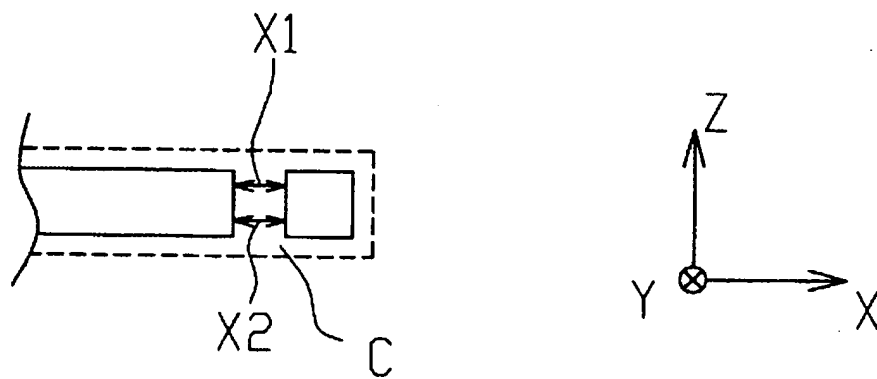
[図11]



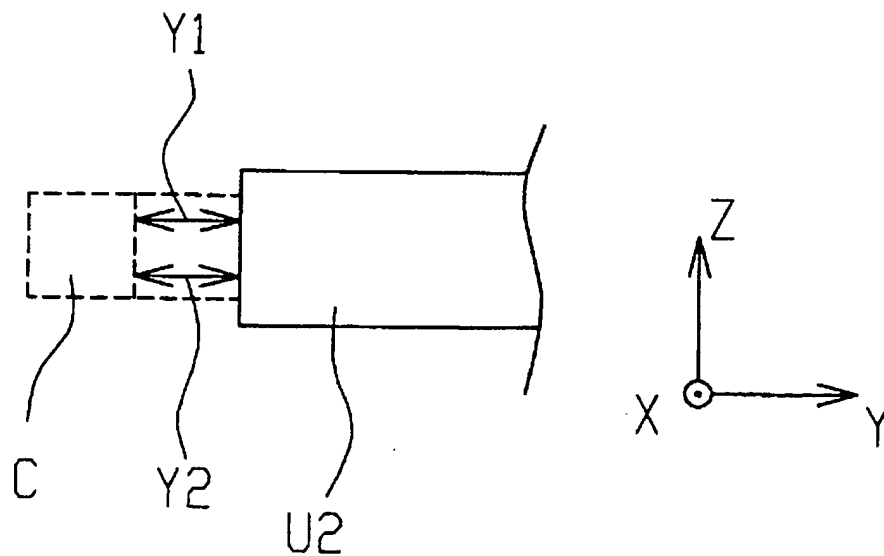
[図12]



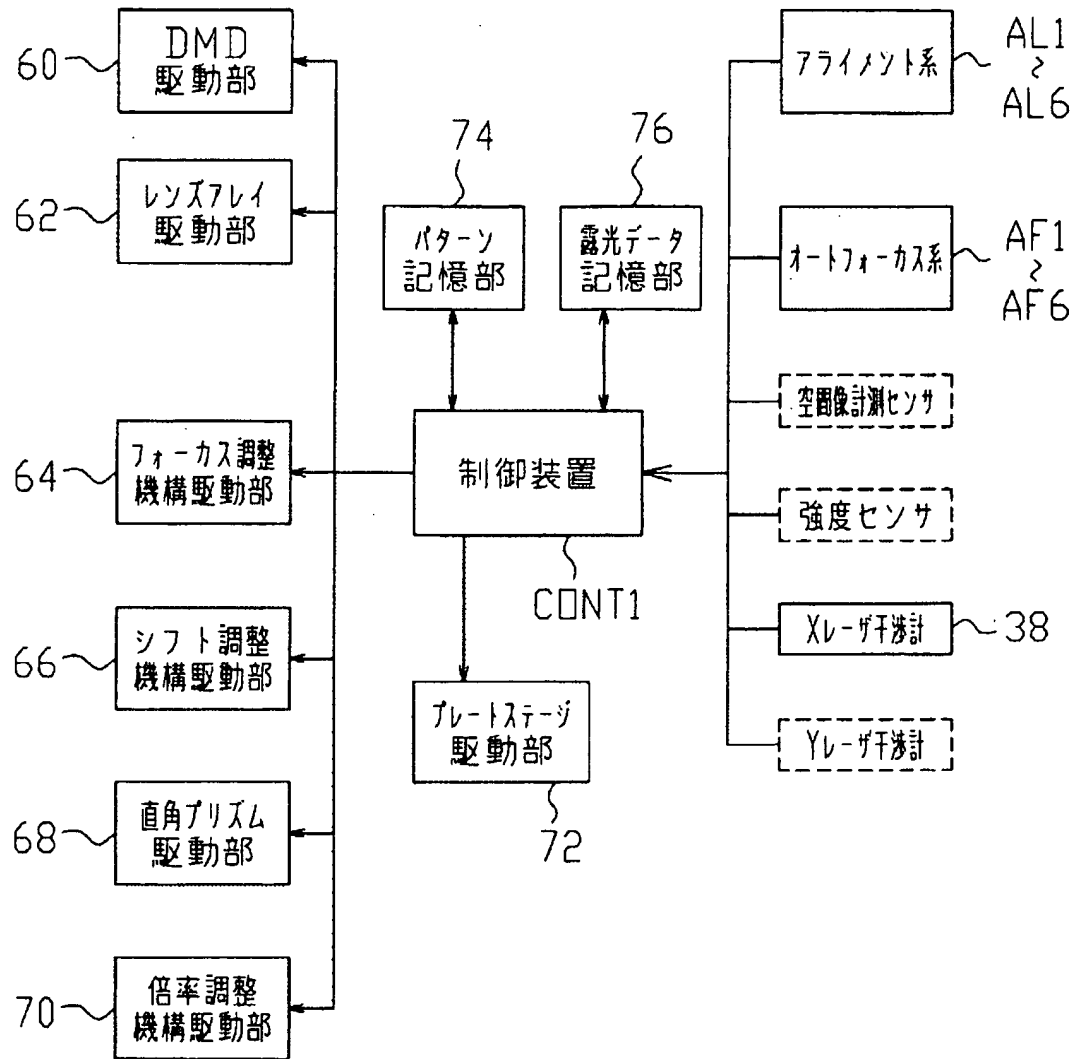
[図13]



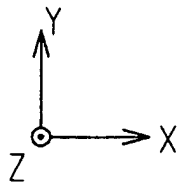
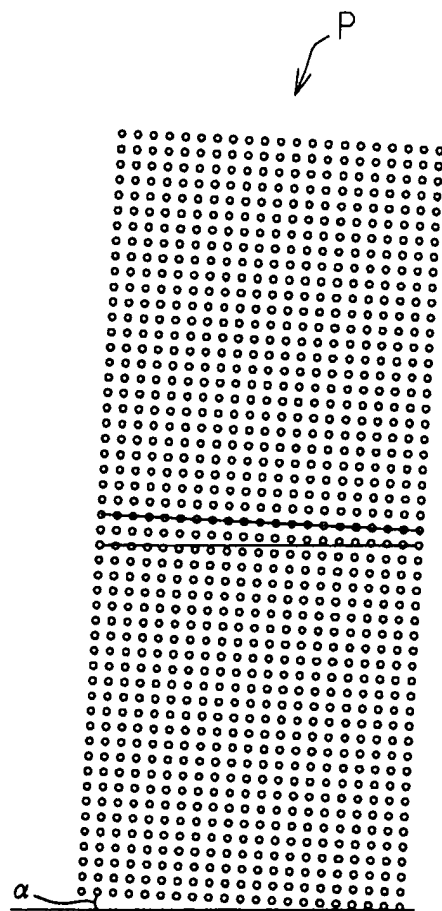
[図14]



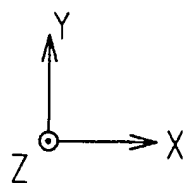
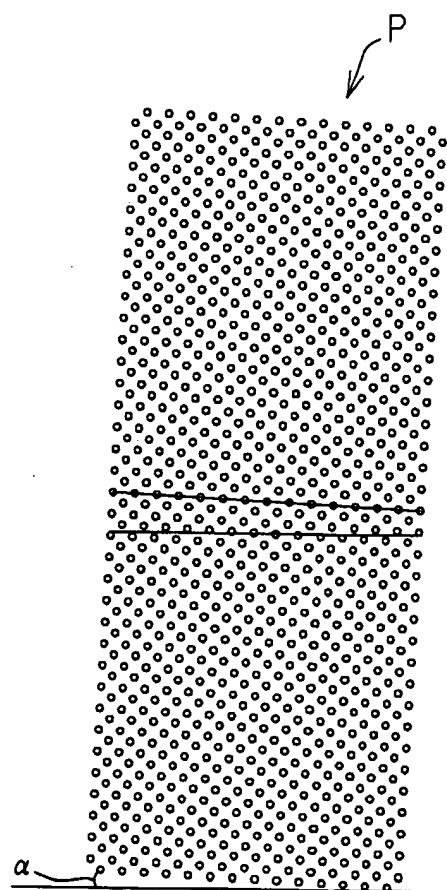
[図15]



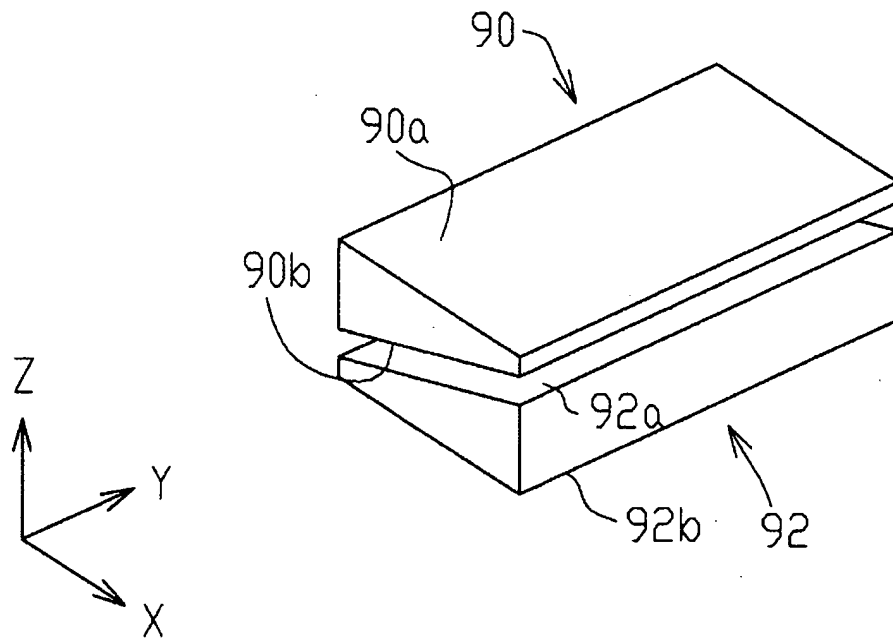
[図16]



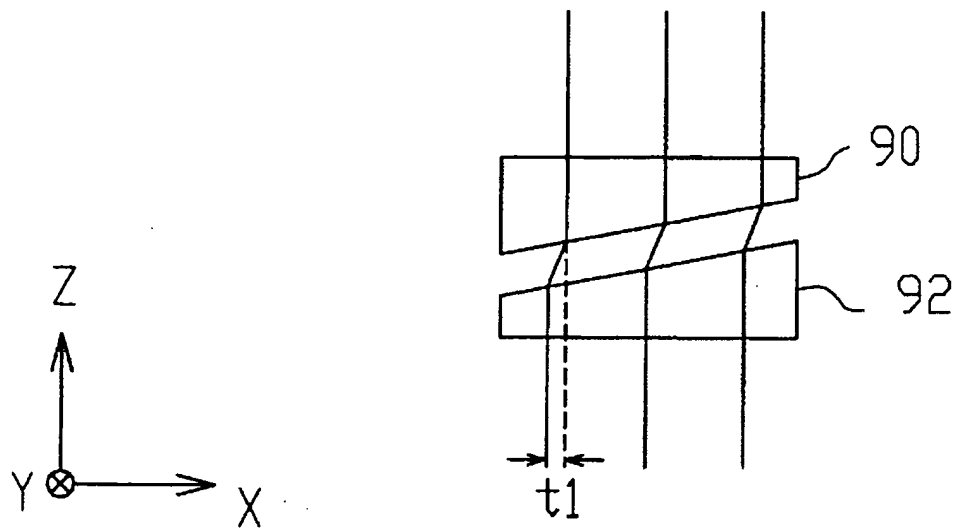
[図17]



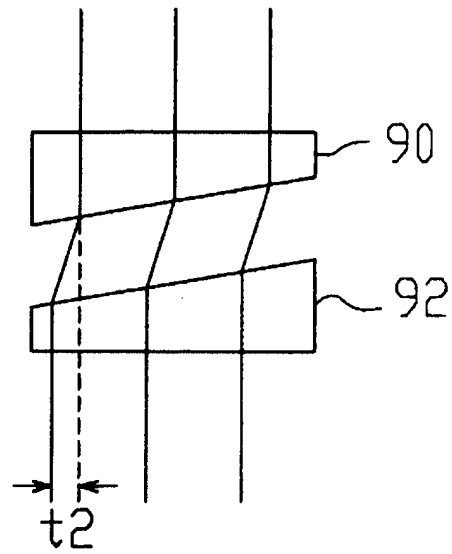
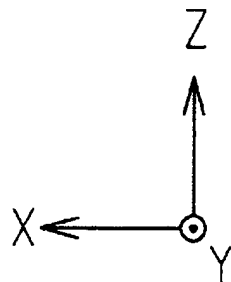
[図18]



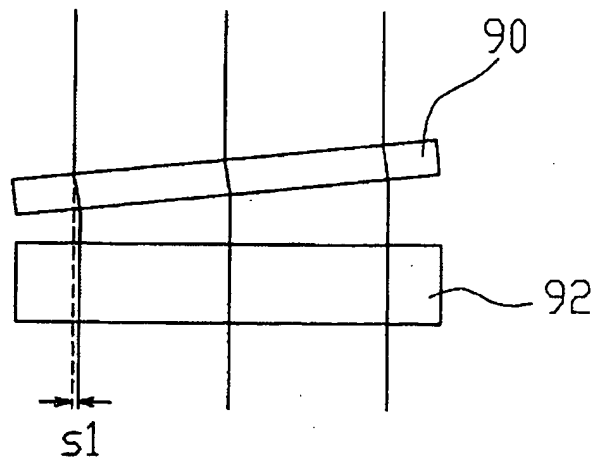
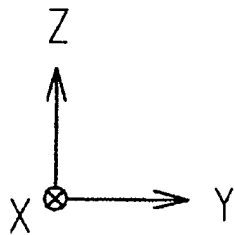
[図19]



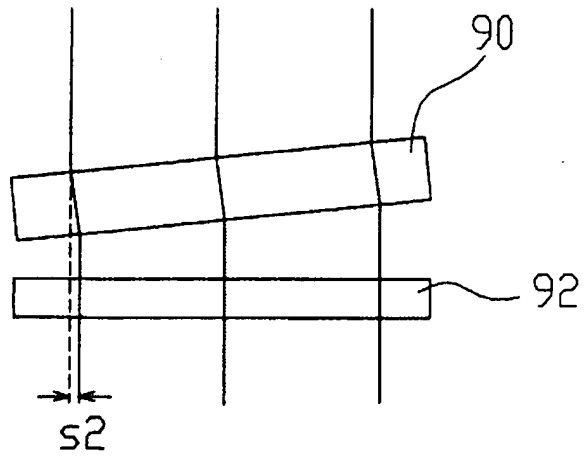
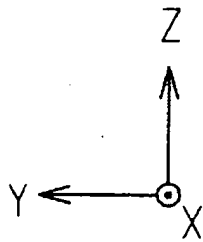
[図20]



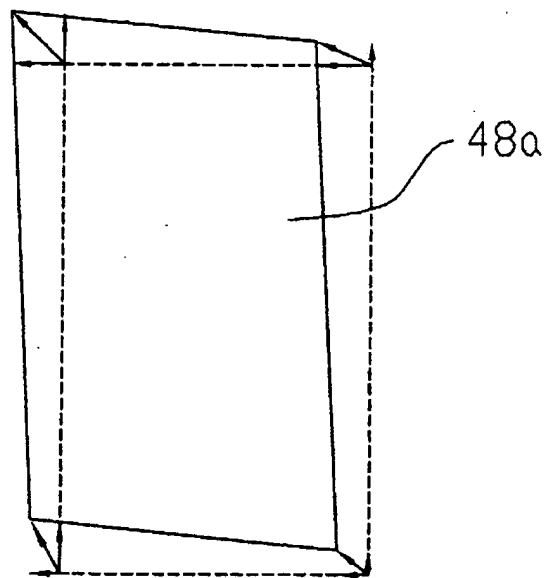
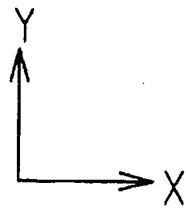
[図21]



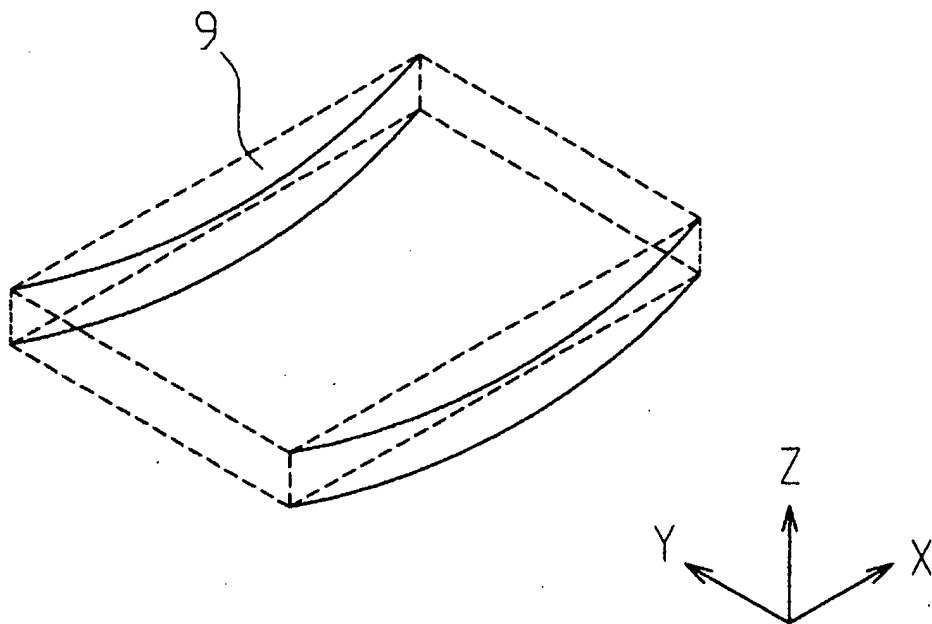
[図22]



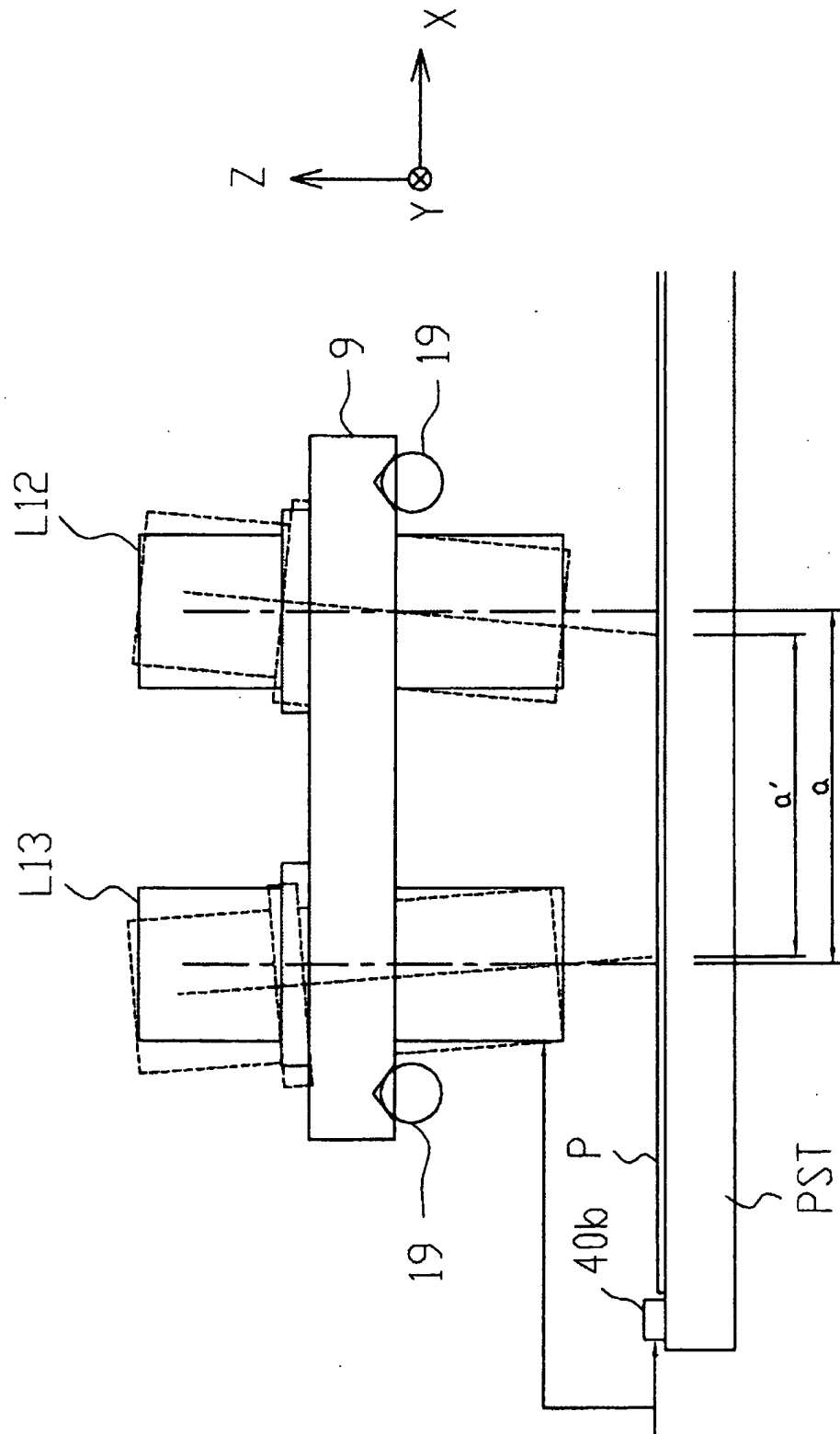
[図23]



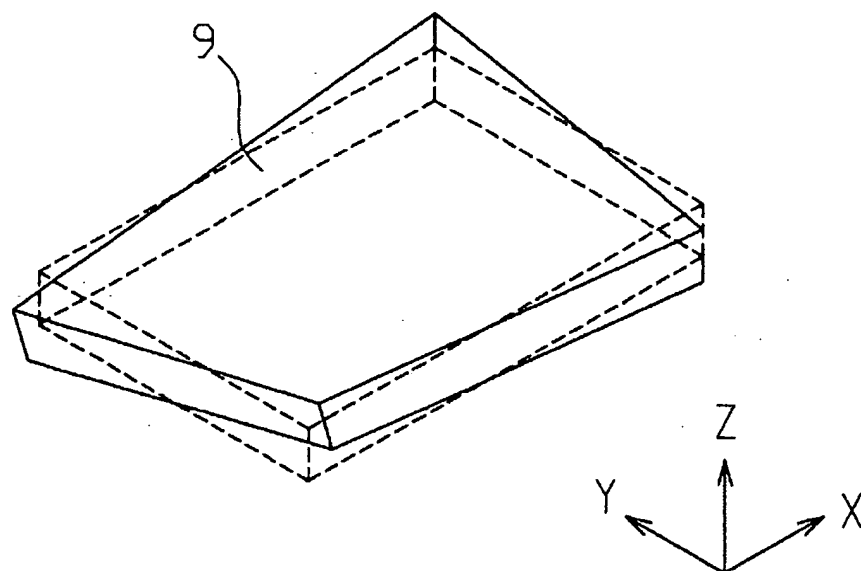
[図24]



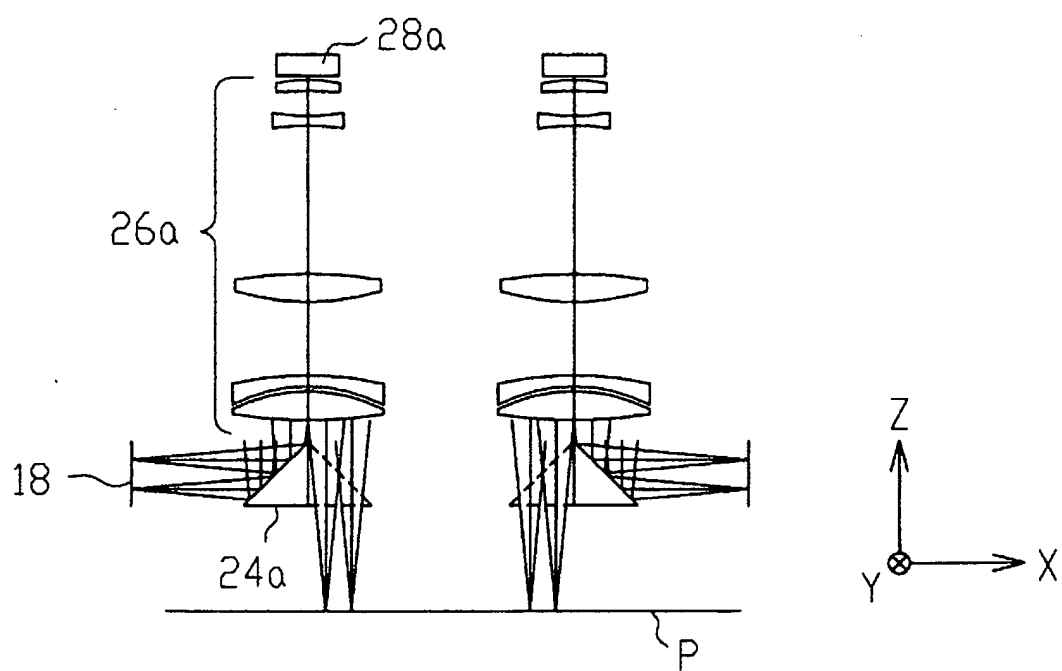
[図25]



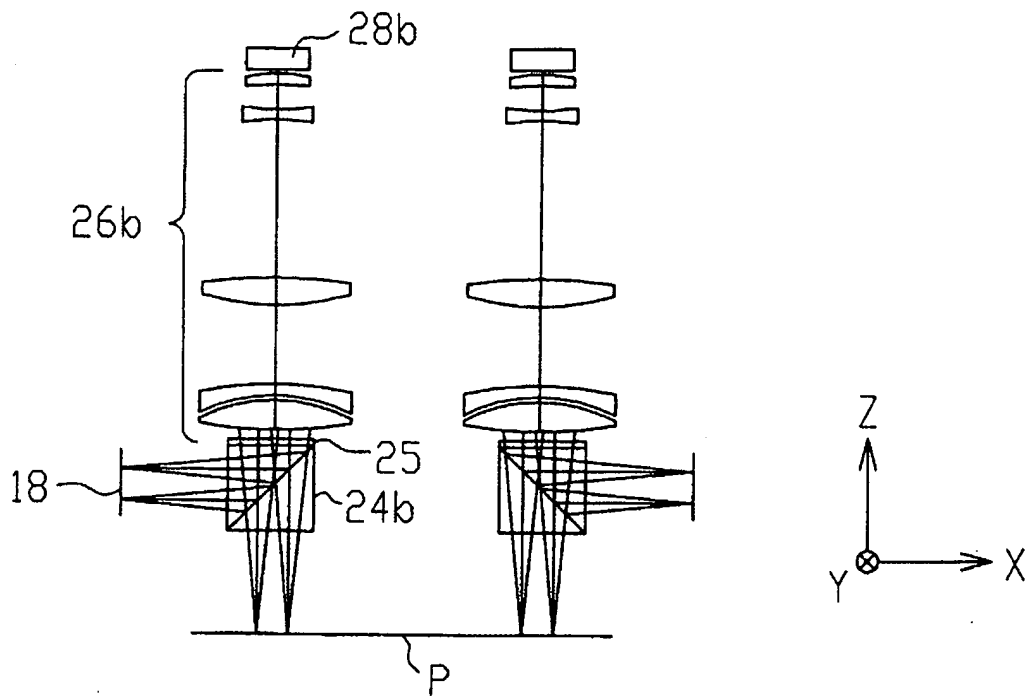
[図26]



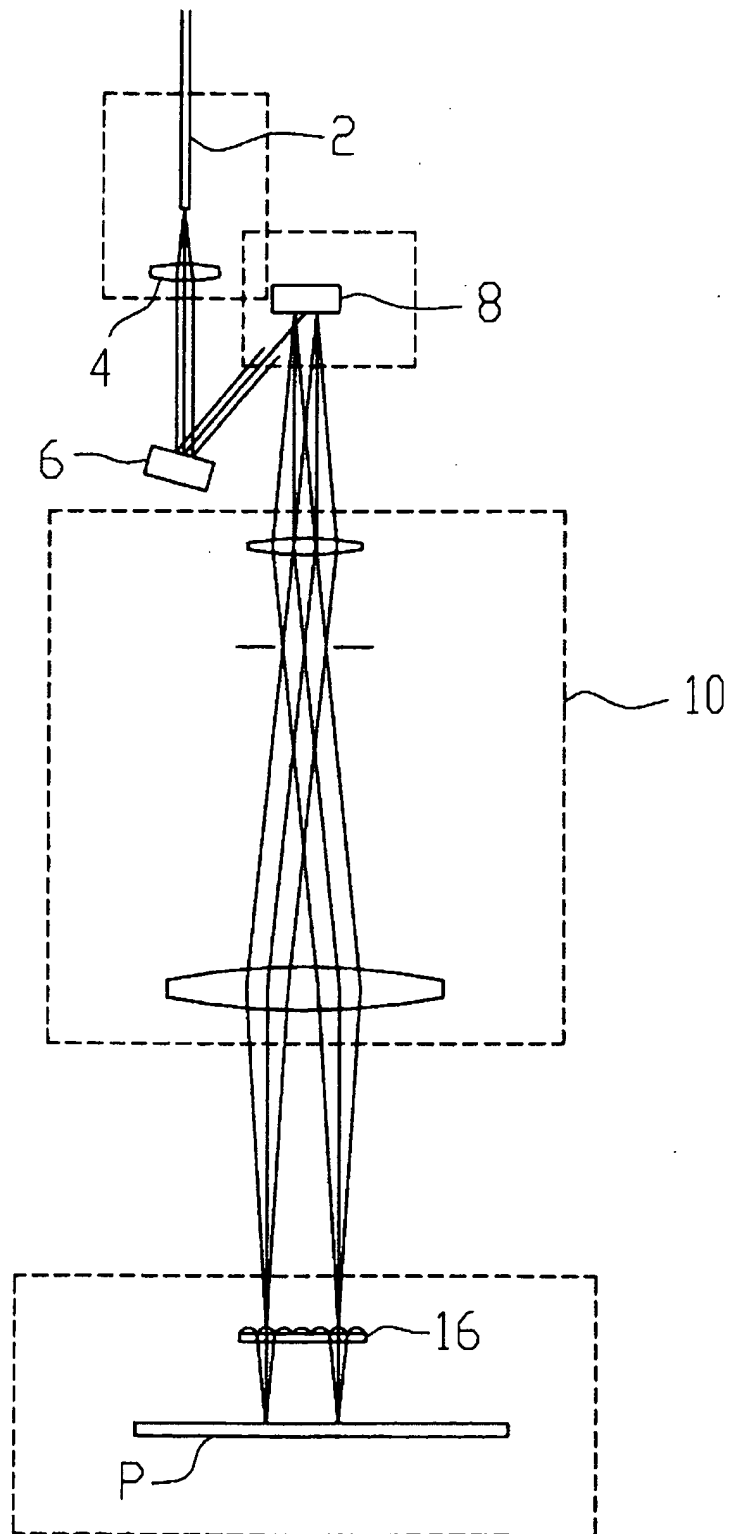
[図27]



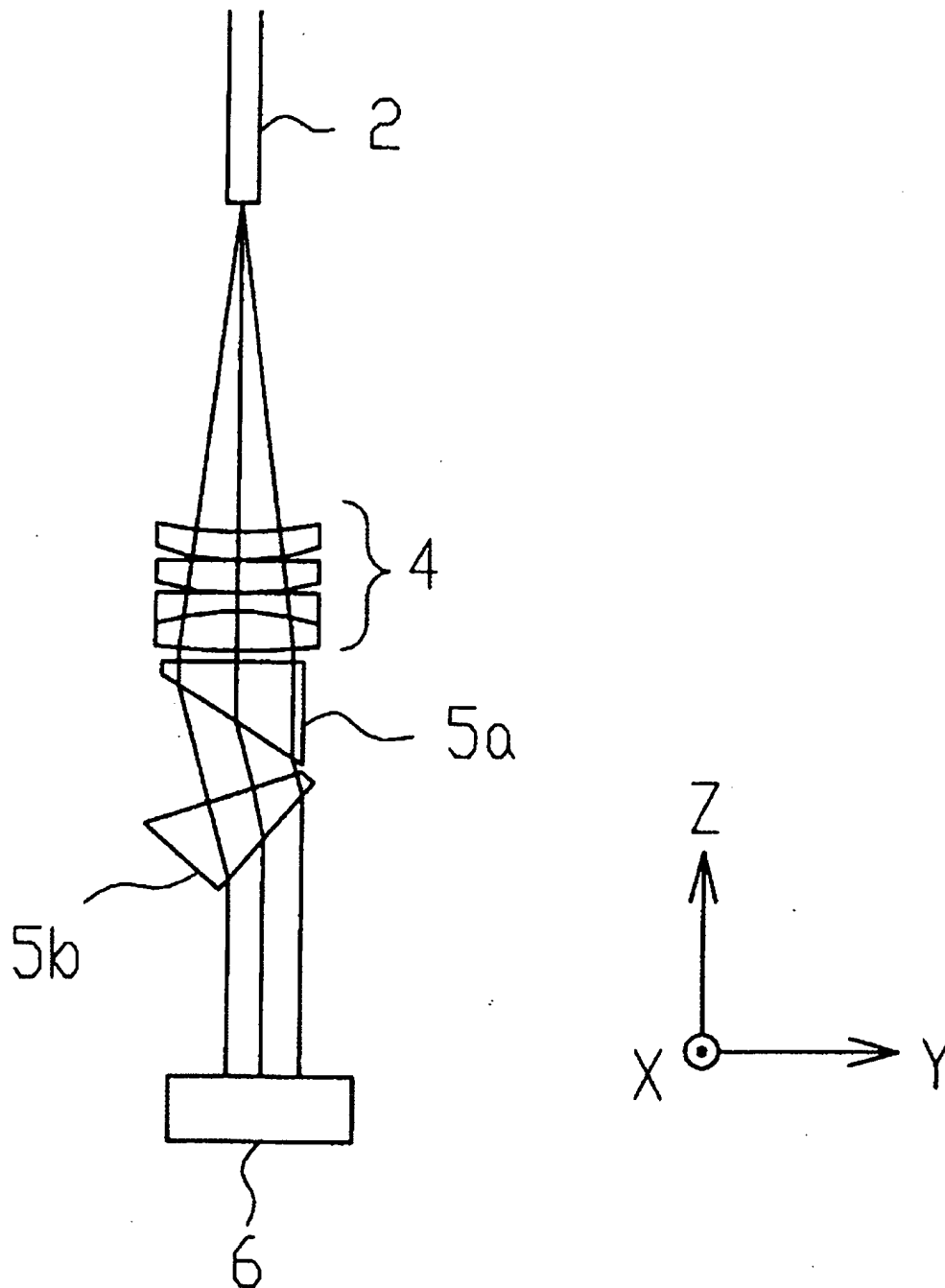
[図28]



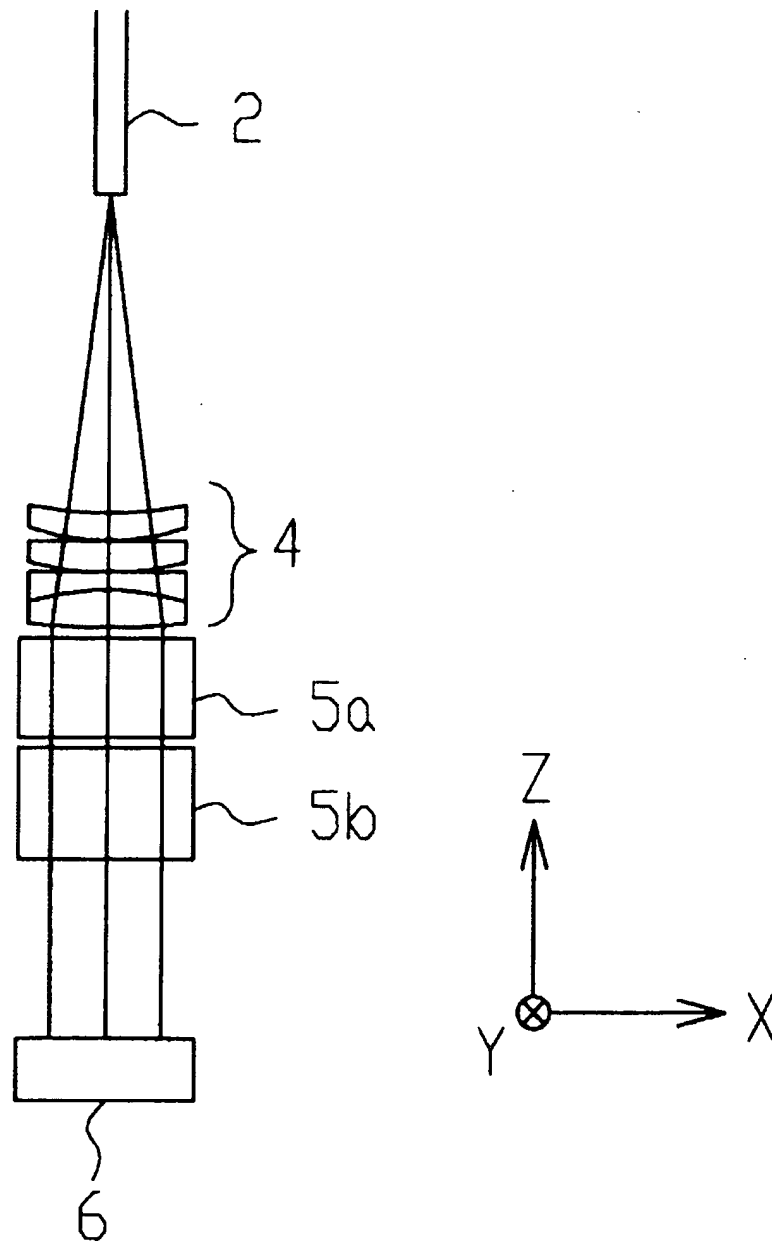
[図29]



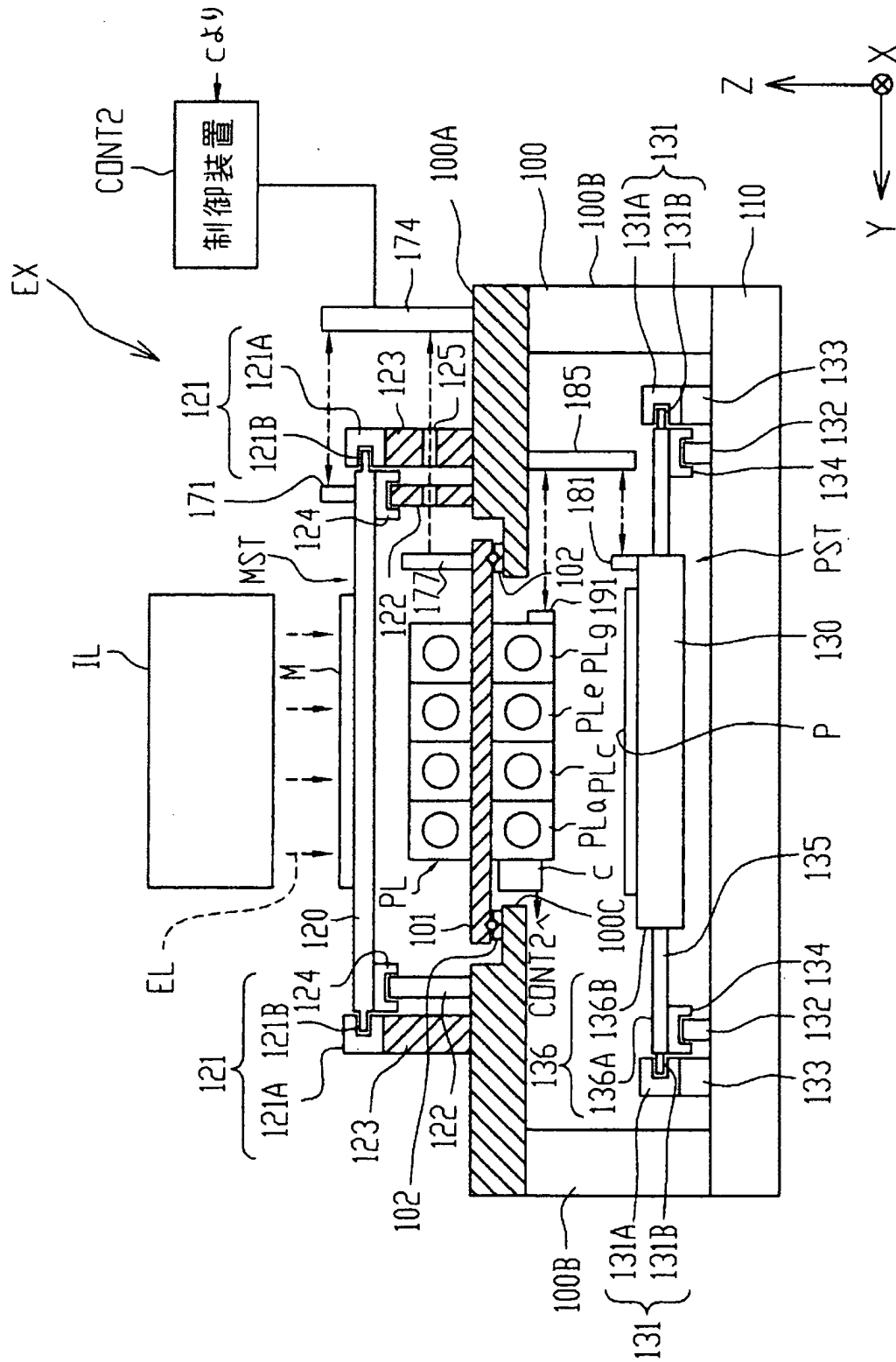
[図30a]



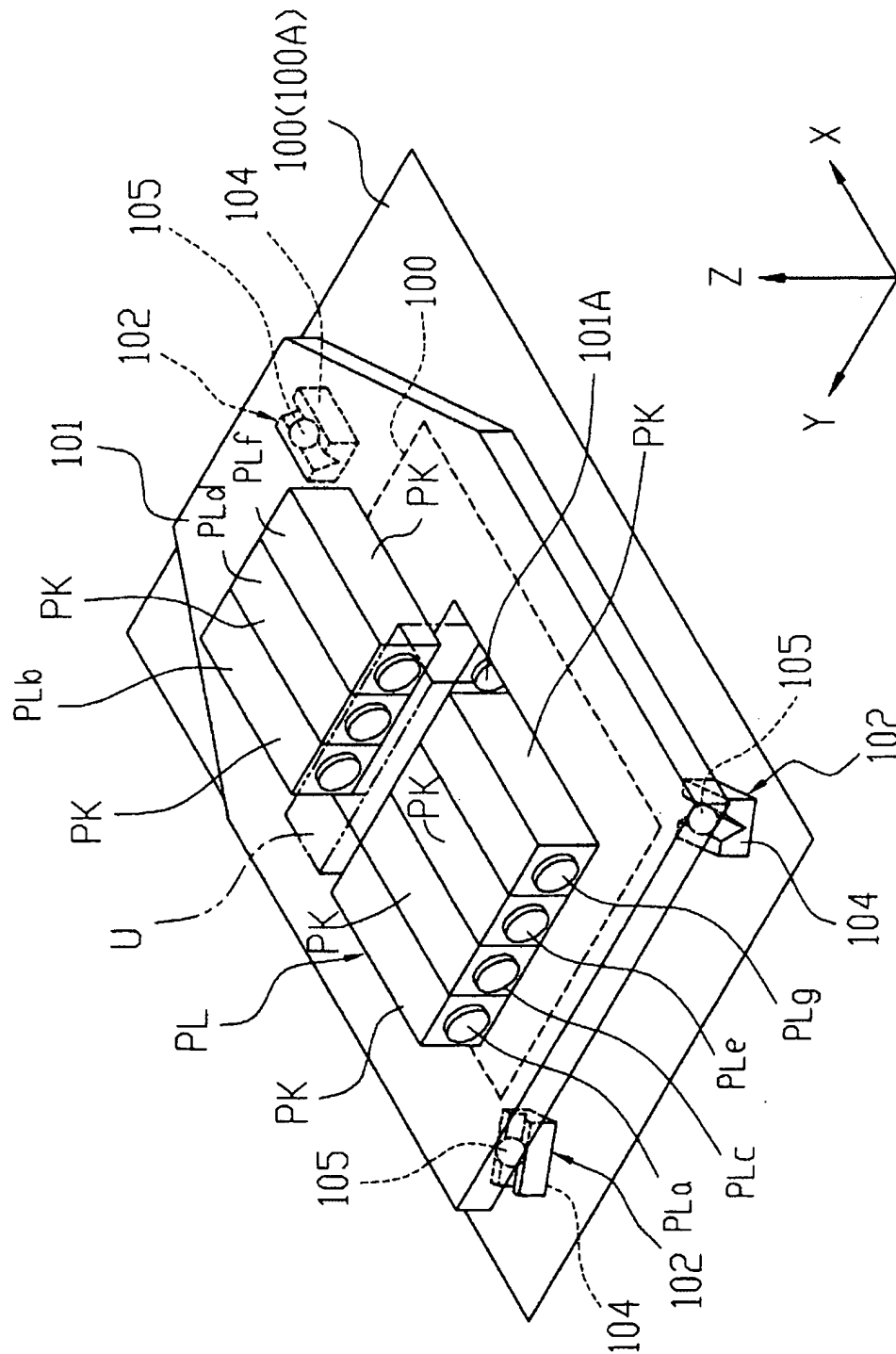
[図30b]



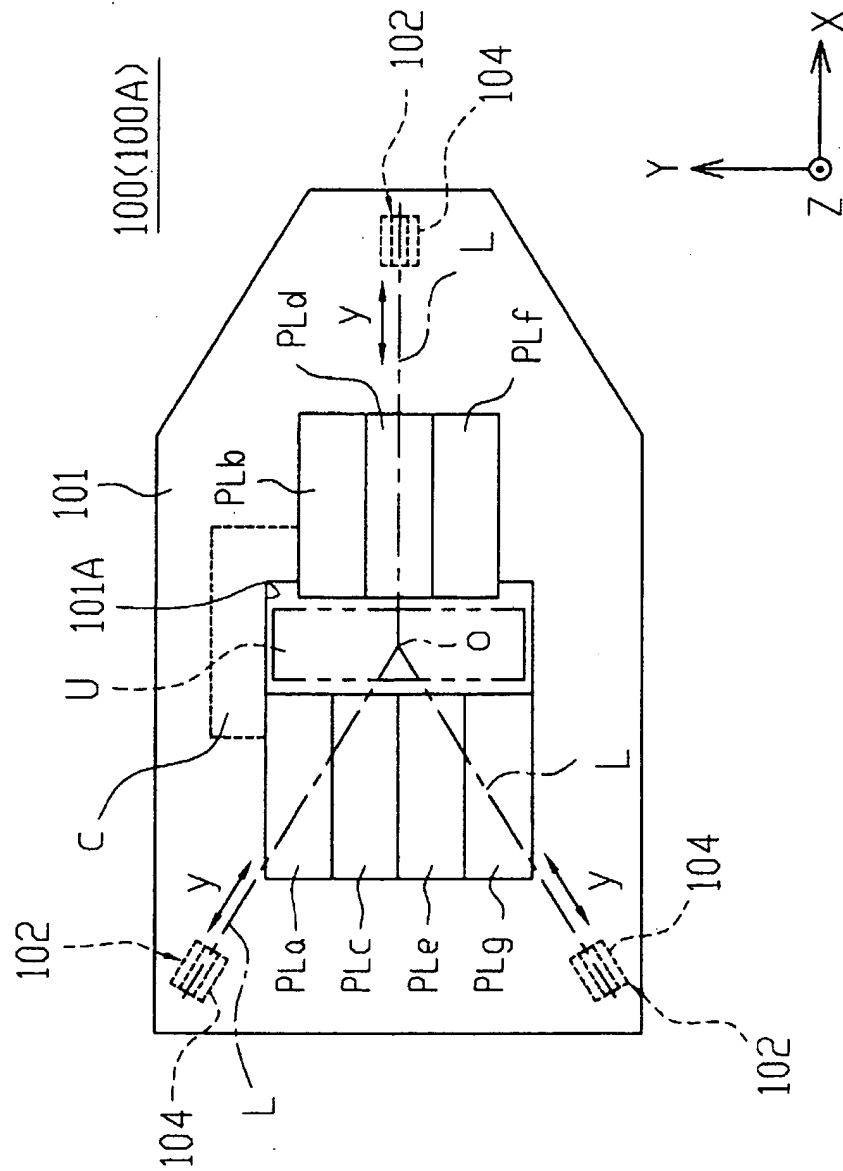
[図31]



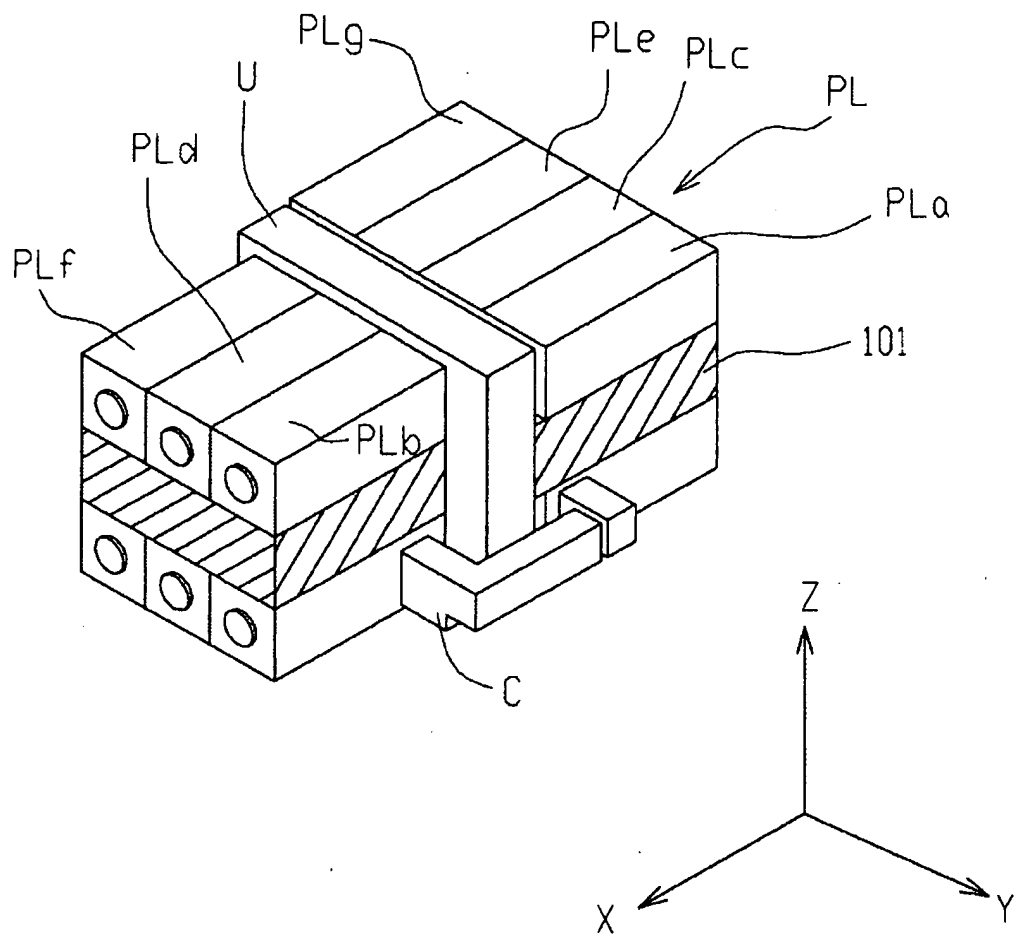
[図33]



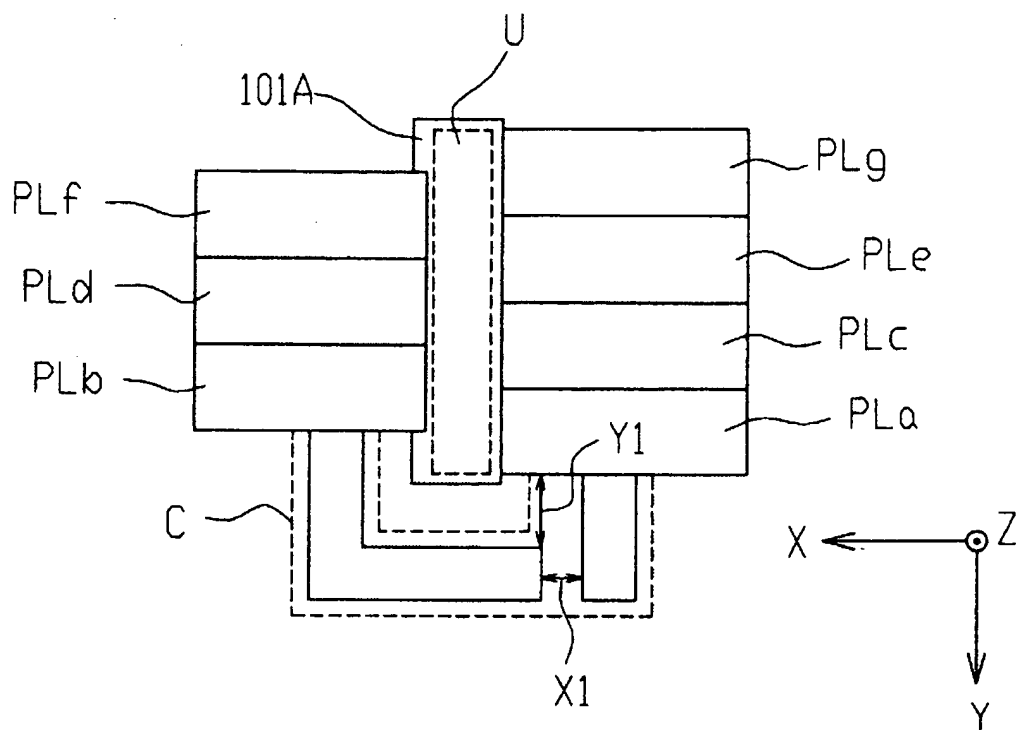
[図34]



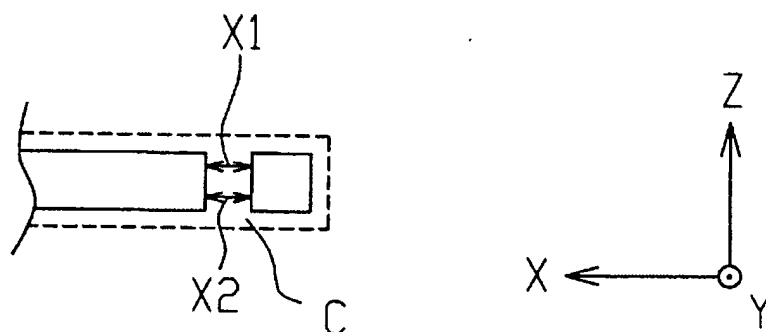
[図36]



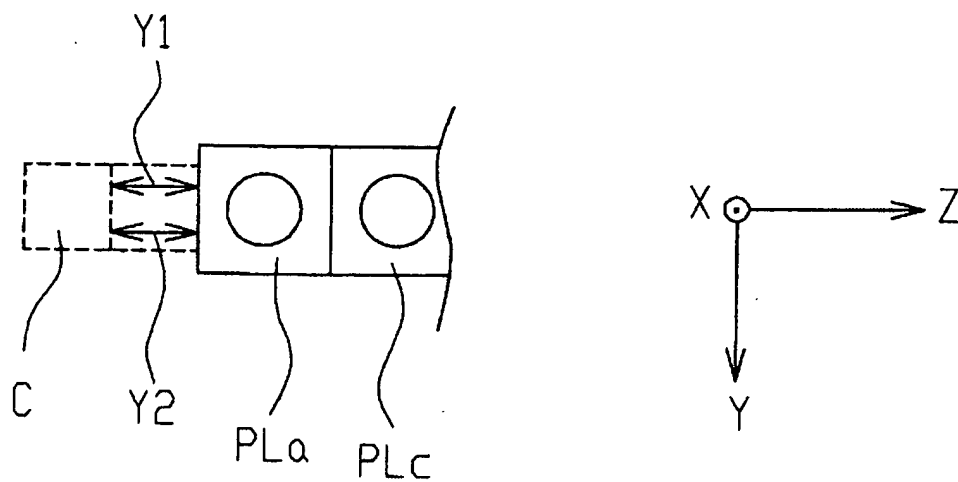
[図37a]



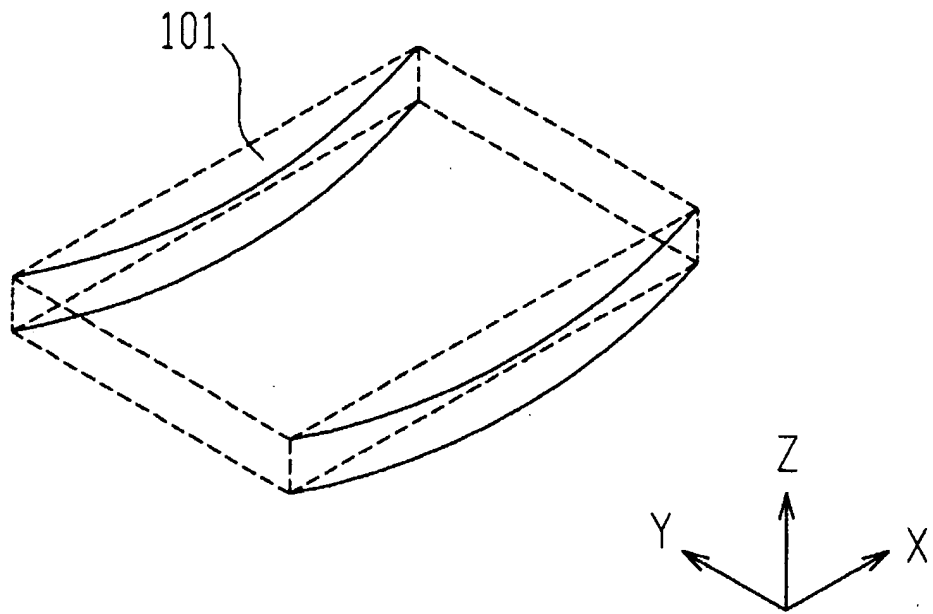
[図37b]



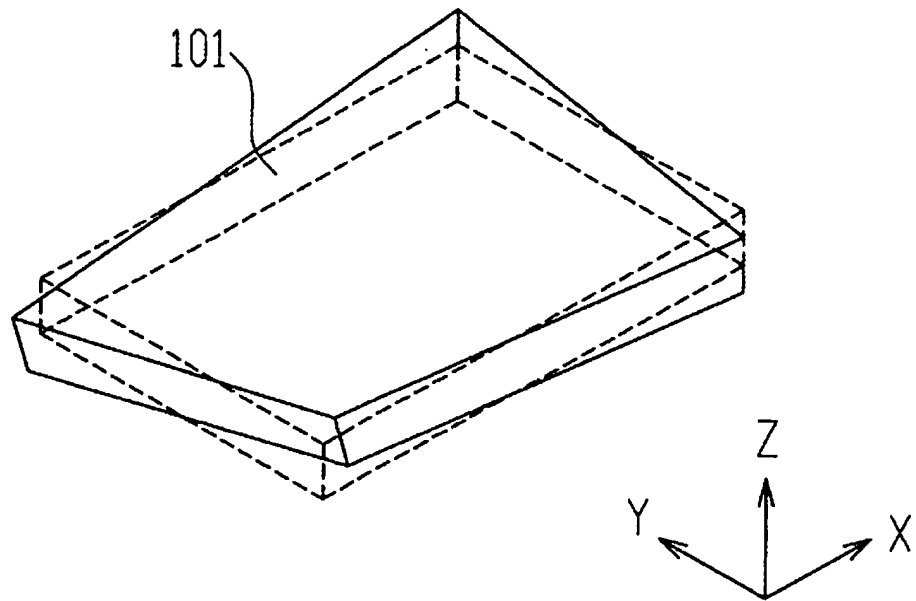
[図37c]



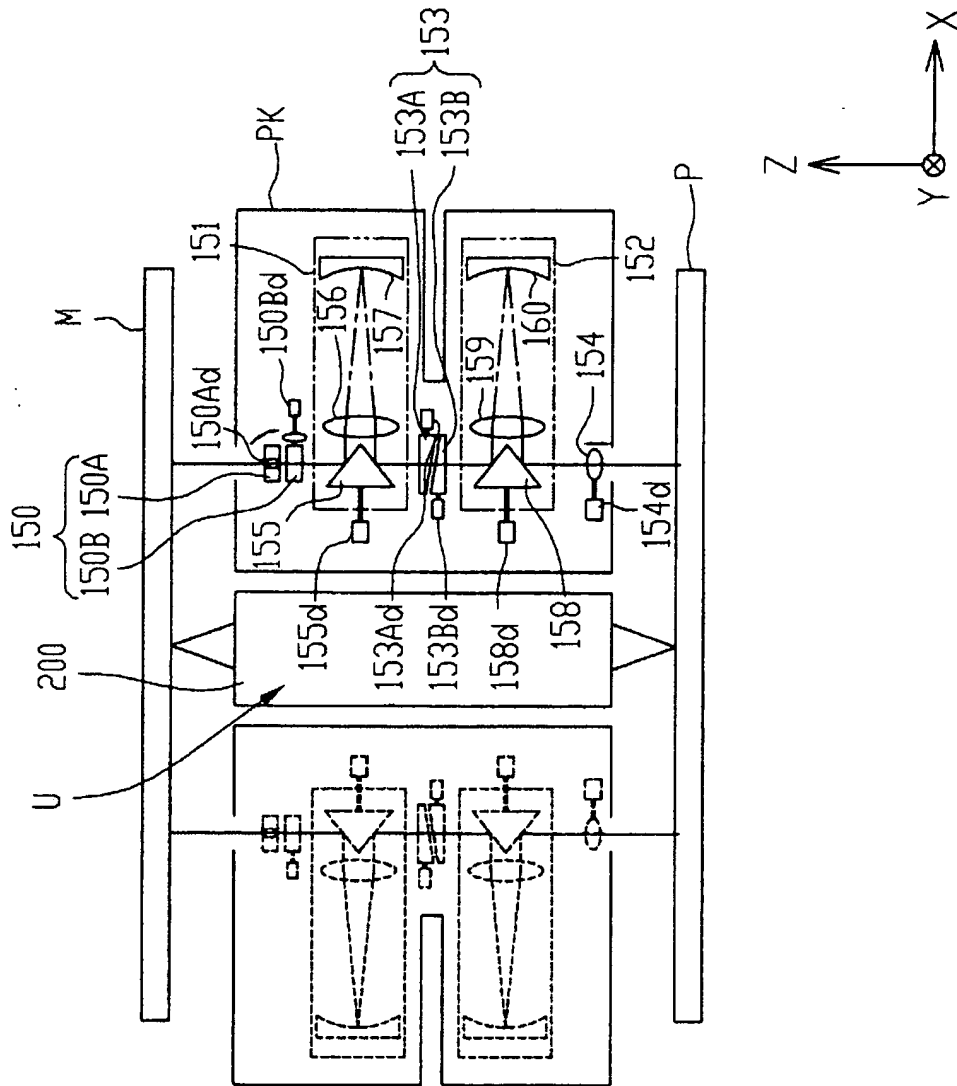
[図38a]



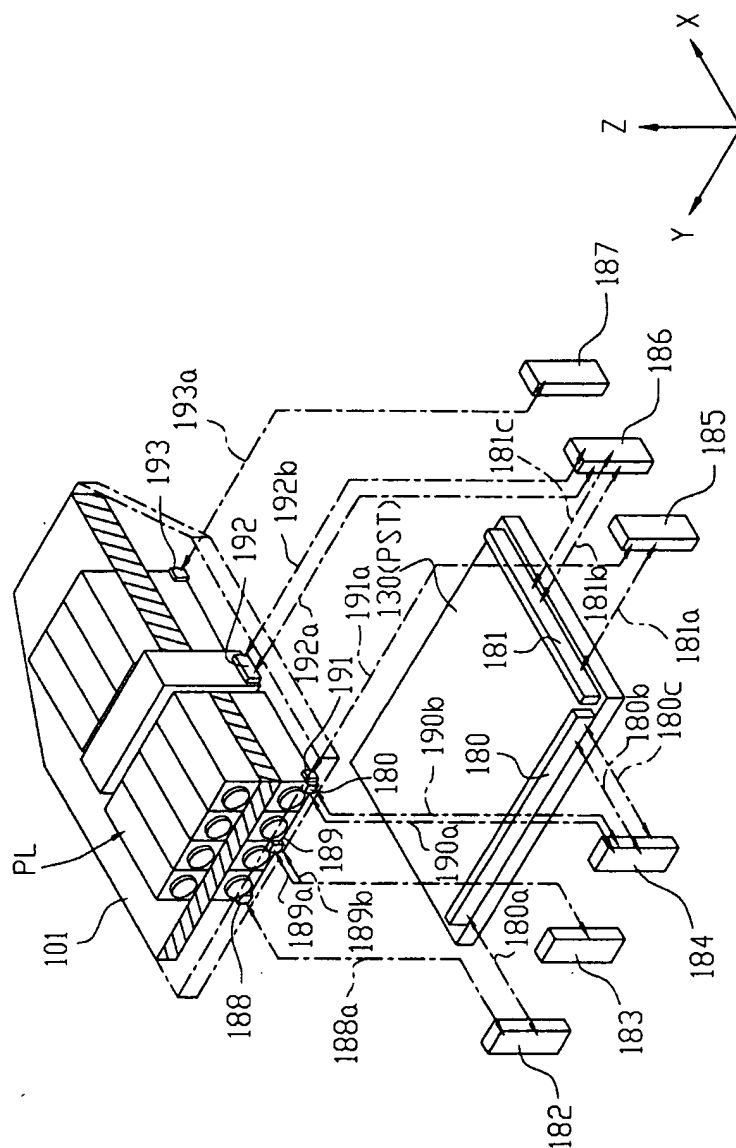
[図38b]



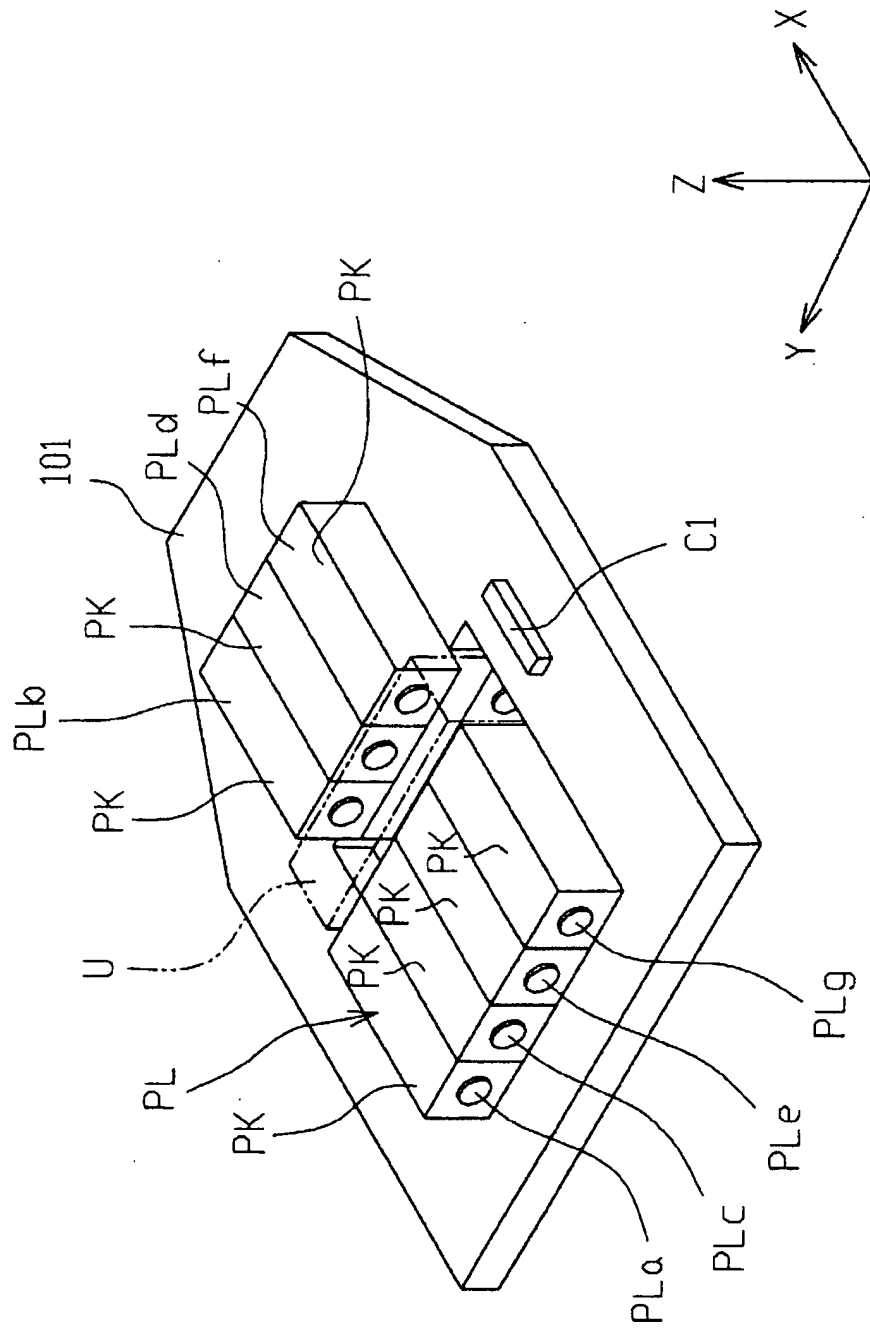
[図39]



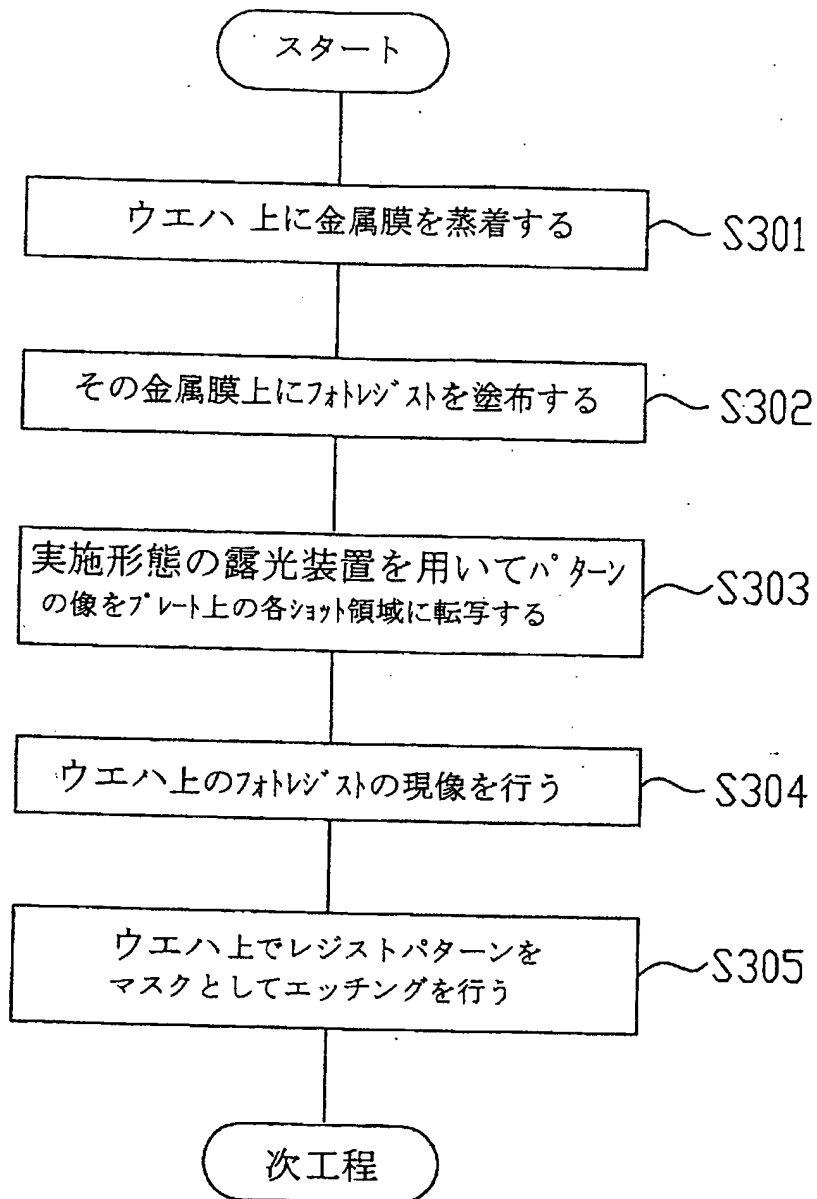
[図41]



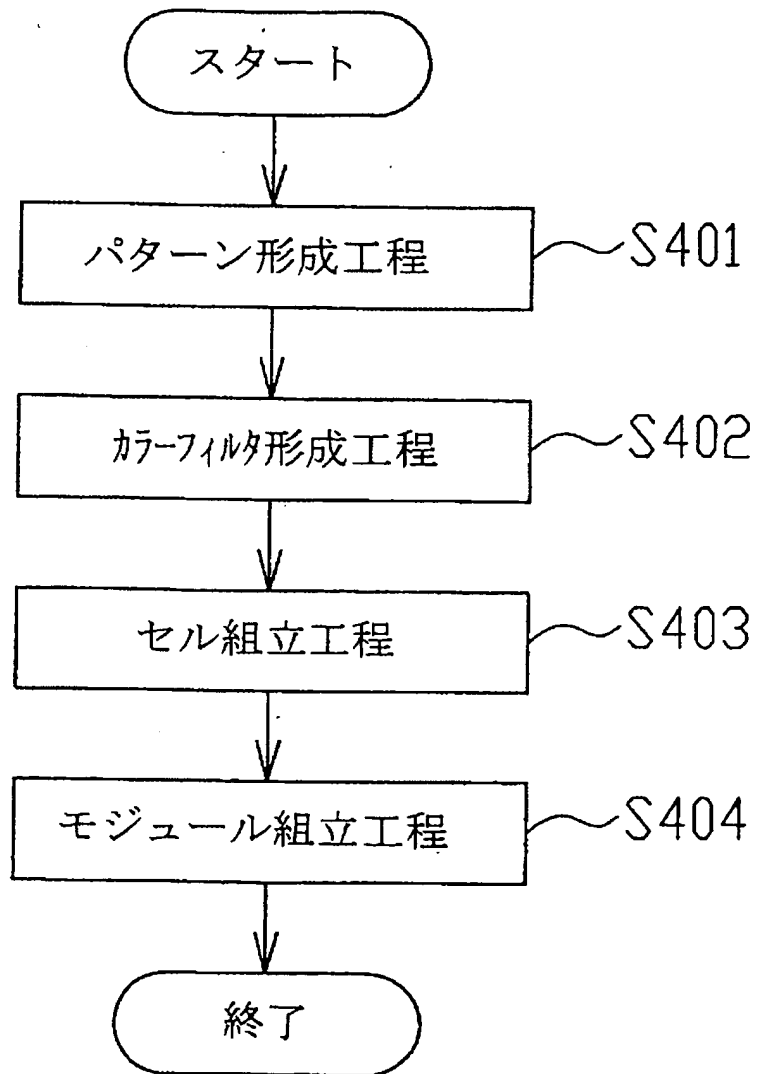
[図42]



[図43]



[図44]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/301001

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03F7/20(2006.01), H01L21/027(2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G03F7/20, H01L21/027

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2006

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2006 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2006

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2004-177468 A (Nikon Corp.), 24 June, 2004 (24.06.04),	1-8, 22-25, 31, 33-37
Y	Full text (Family: none)	9, 10, 13-19, 26
X	JP 2004-172471 A (Nikon Corp.), 17 June, 2004 (17.06.04),	1-4, 7, 8, 22, 25, 35-37
Y	Claims; Par. Nos. [0018] to [0023] (Family: none)	9, 10, 13-19, 26
X	JP 2004-221253 A (Nikon Corp.), 05 August, 2004 (05.08.04),	1-4, 7, 8, 22, 25, 35-37
Y	Par. Nos. [0015] to [0022] (Family: none)	9, 10, 13-19, 26

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 April, 2006 (20.04.06)

Date of mailing of the international search report

02 May, 2006 (02.05.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/301001

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-302043 A (Nikon Corp.), 28 October, 2004 (28.10.04), Par. No. [0049] (Family: none)	9, 10, 13-19, 26
Y	JP 2002-329651 A (Nikon Corp.), 15 November, 2002 (15.11.02), Page 1 (Family: none)	26
Y	JP 2005-011990 A (Nikon Corp.), 13 January, 2005 (13.01.05), Par. Nos. [0051] to [0074] (Family: none)	26
A	JP 7-283115 A (Nikon Corp.), 27 October, 1995 (27.10.95), Page 1 & US 5602620 A	1-37
A	JP 8-055782 A (Nikon Corp.), 27 February, 1996 (27.02.96), Page 1 & US 5617211 A	1-37

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/301001

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions of independent claims 1, 37 have "a special technical feature" relating to correction of a position of at least one image among the images projected by optical units onto an object. The inventions of independent claim 26 has "a special technical feature" not relating to the correction of the position.

Accordingly, there is no technical relationship among those inventions involving one or more of the same or corresponding special technical features. Consequently, the inventions are not so linked as to form a single general inventive concept.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest
the

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee..
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int.Cl. G03F7/20(2006.01), H01L21/027(2006.01)

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int.Cl. G03F7/20, H01L21/027

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2004-177468 A (株式会社ニコン) 2004.06.24 全文 (ファミリーなし)	1-8, 22-25, 31, 33-37
Y		9, 10, 13-19, 26
X	JP 2004-172471 A (株式会社ニコン) 2004.06.17 特許請求の範囲、[0018]-[0023] (ファミリーなし)	1-4, 7, 8, 22, 25, 35-37
Y		9, 10, 13-19, 26

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20.04.2006

国際調査報告の発送日

02.05.2006

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

岩本 勉

電話番号 03-3581-1101 内線 3274

2M

9355

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2004-221253 A (株式会社ニコン) 2004. 08. 05 [0015]-[0022] (ファミリーなし)	1-4, 7, 8, 22, 25, 35-37
Y		9, 10, 13-19, 26
Y	JP 2004-302043 A (株式会社ニコン) 2004. 10. 28 [0049] (ファミリーなし)	9, 10, 13-19, 26
Y	JP 2002-329651 A (株式会社ニコン) 2002. 11. 15 第1頁 (ファミリーなし)	26
Y	JP 2005-011990 A (株式会社ニコン) 2005. 01. 13 [0051]-[0074] (ファミリーなし)	26
A	JP 7-283115 A (株式会社ニコン) 1995. 10. 27 第1頁 & US 5602620 A	1-37
A	JP 8-055782 A (株式会社ニコン) 1996. 02. 27 第1頁 & US 5617211 A	1-37

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところこの国際調査機関は認めた。

独立請求の範囲1, 37に係る発明の「特別な技術的特徴」は、複数の光学ユニットによって物体上に投影される複数の像のうち、少なくとも1つの像の位置を補正することに関するのに対して、独立請求の範囲26に係る発明の「特別な技術的特徴」は、前記位置の補正に関するものではない。

したがって、これらの発明は、一又は二以上の同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係にないから、単一の一般的発明概念を形成するように連関しているものとは認められない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付を伴う異議申立てがなかった。